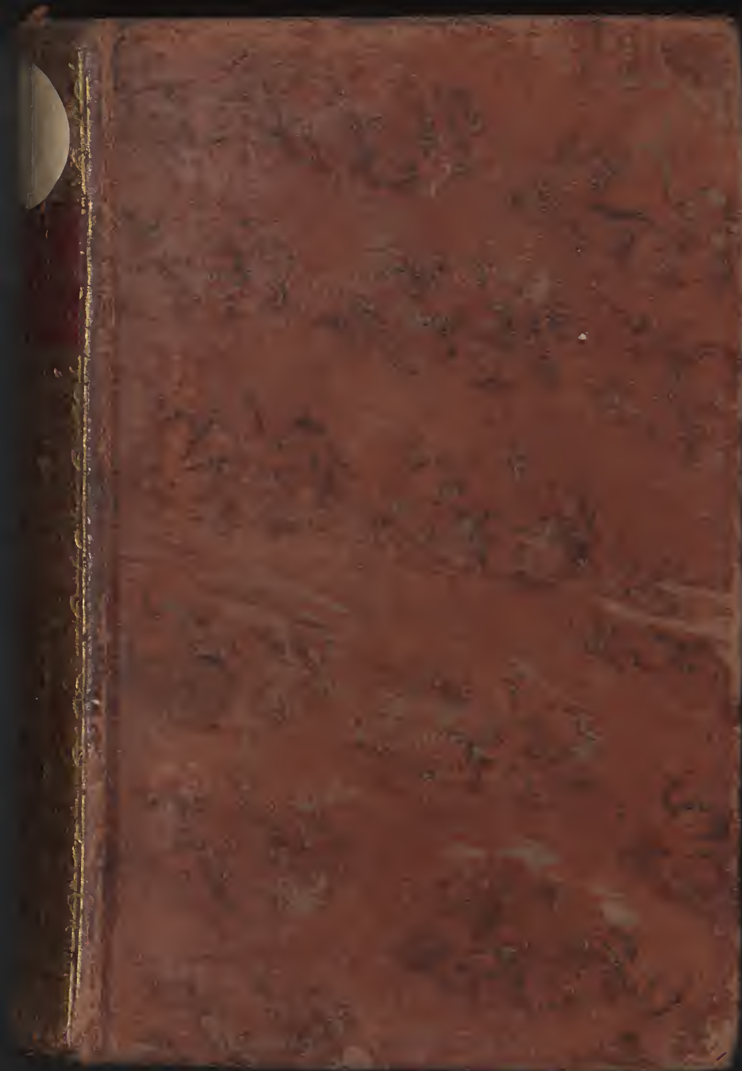
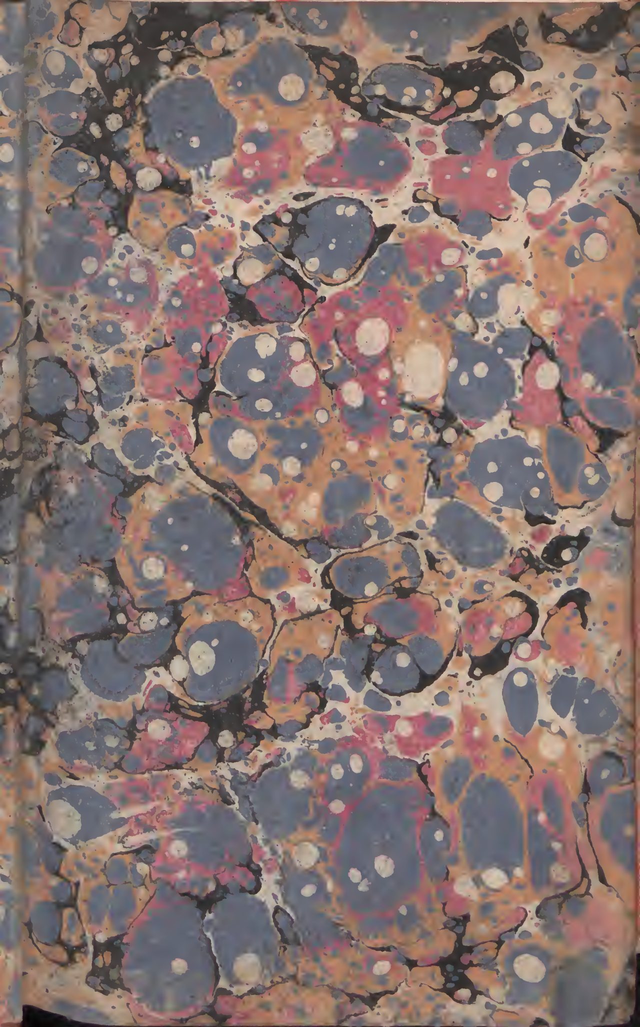






DELL' USO
DELLE ARMI DA FUOCO

PER LE REGIE SCUOLE TEORICHE

D'ARTIGLIERIA, E FORTIFICAZIONE

DEL COMMENDATORE

ALESSANDRO VITTORIO PAPACINO
D'ANTONJ

Maggiore generale di Fanteria, Aiutante generale dell' Armata, e Direttore generale delle suddette Scuole di Teorica e di Pratica.





TORINO MDCCLXXX.

NELLA STAMPERIA REALE.

AL LEGGITORE.

La Teoria del presente Trattato forma il supplimento di quella, che già è stata esposta nell' Esame della polvere, e ne presuppone l' intera cognizione.

Essendosi in quell' Esame individuate le proprietà principali della polvere, le maniere di misurarne la forza, e le modificazioni, cui la stessa qualità di polvere soggiace nell' accendersi, e nell' abbruciarsi entro capacità diversamente configurate, e secondochè varia lo stato dell'atmosfera, che così segnatamente concorre nella produzione di tai fenomeni, si esamina ora la robustezza, che aver debbono le armi da fuoco per resistere nelle fazioni alla forza suddetta, e la velocità iniziale, che la medesima forza comunica ai proietti dalle Artiglierie: e poichè l'aria col resistere al movimento di questi

proietti , tosto che sono fuorusciti dal pezzo , ne sminuisce di continuo l' energia , di modo che nel colpire un bersaglio manifestano effetti vie più deboli a misura , che hanno attraversata l' aria per un tratto più lungo , così si esaminano pure le modificazioni di questa resistenza , affinchè , conoscendo l' Artigliero le cause , che concorrono nell' uso delle armi da fuoco , e le leggi , con cui esse cause agiscono , sia il medesimo in caso di far costruire le Artiglierie a dovere , e di valersene con tutti que' riguardi , che esigonsi per trarre da queste armi *il Vantaggio Massimo*.

A tal fine si sono distinte, come segue , le materie contenute in questo Libro.

INDICE.

PARTE PRIMA.

Nell'Artiglieria pratica pel tempo di guerra, e nel Libro ſeſto della noſtra Architettura militare ſi deſcrivono quegli uſi più particolari de' cannoni, e de' mortai, per cui nelle fazioni diverſe s' ottiene il *Vantaggio Maſſimo* da queſte armi.



PARTE PRIMA

DELLA RESISTENZA DELLE ARMI DA FUOCO.

1. Chi delle cognizioni Fisico-meccaniche ha qualche sapore, facilmente comprende, che il metallo costituente un pezzo d'artiglieria aver dee certe determinate qualità fisiche per combinarle colle spessezze dello stesso pezzo, affinchè, resistendo questo alle forze, che nello sparo tendono a rovinarlo, non riesca poi troppo pesante, e quindi difficile a maneggiarsi. L'osservazione, e la sperienza avendo fatto conoscere questa verità ai primi Artiglieri, e non trovando essi nel ferro fuso le necessarie qualità per formare cannoni, e mortai di un ottimo uso, le ricercarono nel bronzo, essendo questo un metallo, che si compone mescolando lo stagno

col rame, a cui s' aggiugne talvolta una porzione d' ottone.

2. Era il bronzo in uſo aſſai prima dell' invenzione della polvere, e ſapevaſi già da gran tempo che, meſcolando una quantità di ſtagno col rame, il compoſto rieſce meno cavernoſo, e più duro a miſura, che abbonda lo ſtagno, il quale per altra parte ſminuiſce la tenacità e l' arrendevolezza del rame a ſegno tale, che il bronzo rieſce crudo, e frangibile, ſe la quantità dello ſtagno è troppa. Per la qual coſa a ſeconda de' lavori diverſi, che pretendevaſi di fare col bronzo, s' adoperavano proporzioni diverſe fra i ſuoi componenti. Nel formare ſtatue, armi gentilizie, macchine, ed altre opere, che debbono eſſere lavorate con iſquiſitezza, ſi è ſempre fatto un bronzo dolce, impiegando per ciò tal doſe di ſtagno, che foſſe tra $\frac{1}{20}$ ed $\frac{1}{50}$ del rame, cui s' aggiugneva una porzione d' ottone tra $\frac{1}{5}$ ed $\frac{1}{3}$ del tutto, ognivoltachè cercavaſi anche la vaghezza del colore nelle diviſate opere. Nel

comporre il bronzo per le campane non ſi è mai fatto uſo dell' ottone, e lo ſtagno adoperato è ſempre ſtato in ragione di ventidue in ventiſette per cento del rame; avvegnachè in queſte eſigeſi gran durezza, e l' eſcluſione d' ogni caverna, sfoglia, e di altre ſomiglianti diſgiunzioni, le quali s' incontrano facilmente nel bronzo, che contiene poco ſtagno.

3. Alle diviſate cognizioni del bronzo avendo fra gli altri Italiani Pietro Sardi accoppiate le osservazioni fatte intorno i danni, che la polvere acceſa cagionava ne' cannoni, pubblicò nel principio dello ſcorſo ſecolo le ſue rifleſſioni, dichiarando in eſſe *la neceſſità aſſoluta di avere nelle artiglierie una durezza unita, fiſſa, e reſiſtente, non frangibile, come quella del vetro, nè dolce, come quella del rame, nè corrotta, nè alterata, come quella dell' ottone, ma di tal maniera, che duri nel ſuo vigore a molti tiri ec.*

Al lume di sì preciſe notizie, le quali divolgate ſi erano anche preſſo gli eſteri, avvegnachè in que' tempi gli Italiani foſſero ancora gl' Ingegneri dell' Europa, e dopo le replicate edizioni del-

la Pirotechnia di Vannuccio Biringuccio, ſembrava, che le qualità del bronzo per le artiglierie doveſſero eſſere univerſalmente conoſciute, ed approvate, e quindi la formazione di queſto compoſto ridotta a preciſione, quando, tutt' al contrario ſuccedendo, ſi venne a formare anche fra nazioni dotte e bellicoſe una gran varietà di leghe inſuſſiſtenti, le quali ſono ſtate accreditate ſino alla metà del corrente ſecolo, come abbondevolmente ricavaſi dalle varie loro edizioni.

4. In mezzo a queſta gran varietà di meſcugli due ſette diſtinte ſi vennero a formare; imperciocchè, volendo gl' Italiani aver durezza nel bronzo, e ſchivarne le caverne, meſcolavano lo ſtagno in ragione di dodeci in venti per cento col rame, e coll' appoſizione del grano riparavano le loro artiglierie, che più facilmente delle altre ſcarſe di ſtagno ſi sfoconavano. La ſetta oppoſta per lo contrario, badando principalmente alla tenacità del meſcuglio, uſava lo ſtagno in ragione di quattro in otto per cento del rame, e dalla maggior difficoltà, con cui i pezzi ſuoi sfoconavanſi, argomentava la bontà della ſua lega,

e lungi dal sospettare, che lo sfiguramento dell' anima ne' suoi cannoni, per cui ne seguiva poi la rovina, procedesse radicalmente dalla dolcezza del bronzo, ne attribuiva la cagione a tutt' altro.

Finchè si sono caricati i pezzi con polvere debole, e che in oltre si ha avuta l' avvertenza di non riscaldare troppo le artiglierie coi replicati, e frequenti spari, di modo che negli assedi più vigorosi, dopo d' aver fatto fuoco per qualche tempo della mattina, si desisteva dallo sparo per tre, o quattro ore da ambe le parti quasi di comun consenso, la quistione è rimasta indecisa; ma dopo che s' adopera polvere più gagliarda, e che negli assedi dallo spuntar del giorno sino a notte si fa un incessante fuoco, tanti, e tali disordini si sono manifestati ne' cannoni di lega molle, che è stato d' uopo accrescervi assolutamente lo stagno.

5. Nella pace del 1713 le Fortezze del Piemonte si trovarono provviste con cannoni di vari fonditori, e di nazioni diverse, che le vicende della precedente guerra vi avevano introdotto. Allorchè nelle guerre del 1733, e 1742 se ne

è dovuto far uſo, effetti molto oppoſti ſi ſono oſſervati: imperciocchè, mentre alcuni pezzi erano ancora illeſi dopo mille e più ſpari, altri in cinquecento, ed altri in un aſſai minor numero di tiri riuſcivano del tutto inſervibili, avvegnachè le palle ne sfiguravano oltremodo l'anima coi replicati ſaltellamenti, che entro il cannone ſeguivano nell' atto dello ſparo. A fine di ſcoprire la cagione d'una ſomigliante varietà d' effetti ſono ſtate fatte molte ſperienze in queſta Capitale dopo la pace del 1749 ora dal Corpo Reale degli Uffiziali d' Artiglieria, ed ora da alcuni di eſſi, che deſtinati furono per eſaminare nelle loro congreghe alcune particolari materie.

Dovendo il preſente Trattato eſſere una continuazione delle cognizioni Fiſico-meccaniche, che agli Artiglieri s' appartengono, d' uopo è oſſervare il metodo ſteſſo tenuto ne' precedenti, e valerſi de' fatti inſegnamenti, affinchè gli allievi, ſcorgendo chiaramente l'origine de' principj, la loro conneſſione, e le conſeguenze immediate, che ne derivano, poſſano poi applicare con franchezza la teoria alla pratica. A fine poi

di far loro toccar con mano la verità di questa dottrina, si addurranno alcuni risultamenti delle divisate sperienze.

6. Prima però di esaminare i mezzi, ed i modi, coi quali si giugne a costruire armi da fuoco di ottimo uso, convien considerare in che consista la perfezione di queste armi, affinchè con tale considerazione si possa discernere originalmente la necessità, e l'importanza di ciaschedun motivo particolare, che in tale determinazione aver si dee presente, e si eviti l'errore, in cui sono caduti coloro, che a una, o a poche delle cose essenziali badando, le altre hanno neglette, perdendo con ciò que' vantaggi, che unicamente ricavar si possono dal complesso di tutte le circostanze; dal che è poi avvenuto, che le loro produzioni ad altro non hanno servito, che a moltiplicare negli Arsenali l'inutile varietà fra i cannoni, come già è stato notato da valenti Scrittori, i quali nelle insussistenti invenzioni hanno ravvisato le inconsiderazioni degli inventori.

7. Due sono le principali condizioni, che costituiscono la perfezione di una qualsivoglia arma da fuoco.

Consiste la prima *nel costruire l'arma in maniera tale, che non possa giammai essere nociva a chi la maneggia*, e si ha la seconda condizione, *allorchè l' uso dell' arma riesce utile, e comodo a chi la maneggia.*

8. Per avere la prima condizione in un cannone (§. 7) è necessario

1.° Che la qualità della materia, che lo costituisce, sia talmente combinata colle spessezze, che, venendo il cannone per qualche straordinario accidente a crepare in fazione, non salti a pezzi per aria. Questa proprietà s'incontra nel bronzo composto coi dovuti riguardi.

2.° Che l' anima del cannone sia senza caverne specialmente nel sito della carica, ed in tutto il piano dell' anima, la quale dee in oltre essere configurata in modo, che collo spazzatoio si possa estinguere il fuoco, che talvolta rimane entro il pezzo, affinchè si schivino que' funesti evenimenti, che più volte sono occorsi nel ricaricare il cannone.

3.° Che i pezzi destinati a sparare dalle cannoniere sieno bastantemente lunghi, affinchè colla vampa non ne rovi-

nino facilmente le ſpalle, e non obblighino di fare queſte aperture troppo larghe verſo l' interno della batteria, onde gli Artiglieri, che maneggiano il cannone, ſi trovino poi eſpoſti di continuo ai tiri nemici, e ſpecialmente a quelli della moſchetteria, la qual coſa, oltre la perdita degli uomini, produrrebbe poi anche ritardo notabile nell' uſo del pezzo.

9. A fine di avere la ſeconda condizione in un cannone (§. 7) è neceſſario

1.° Che la tenacità del metallo ſia tale, che con una mediocre ſpeſſezza poſſa il pezzo reſiſtere lungamente alle forze, che tendono a creparlo, affinchè con queſta mediocrità i cannoni di gran calibro ſieno meno peſanti, e conſeguentemente ſia meno difficile il maneggiarli, e lo ſtraſcinarli in campagna, e dee in oltre il metallo avere durezza tale, che l'anima del pezzo non ſi sfiguri ne' replicati ſpari.

2.° Che il minor peſo del cannone ſia talmente combinato colla ſua figura, e colla poſizione de' perni, che nell' atto dello ſparo non naſchino movimenti irregolari capaci a produrre diſordini nell' anima, o tiri ſtravaganti.

3.° Che gli ornamenti del pezzo ſieno proporzionati in modo, che il cannone ſi poſſa ſempre aggiuſtare al berſaglio in tutti i caſi di fazione, e tutte le parti del pezzo ſieno diſpoſte in maniera tale, che l'arma ſomminiſtri i tiri eſatti.

Colla ſcorta delle fatte premeſſe paſſeremo ad eſaminare ciaſcheduna delle cauſe particolari, che concorrono a formare le armi da fuoco di un ottimo uſo.

CAPO PRIMO.

De' Metalli, che s' adoperano per fare le Armi da fuoco.

10. I metalli ſemplici, che s' adoperano per fare i cannoni, ſono il Ferro, il Rame, e lo Stagno, e ſi uſa talora anche l' Ottone, il quale è un compoſto artefatto.

Siccome per ragione della ſpeſa non torna ſempre a conto a coloro, che ſcavano le miniere, di venire a tutte quelle operazioni, che ſi richieggono, per ben depurare i metalli col ſepararne le materie eterrogenee, che gli infettano, così

ſuccede, che in commercio non ſempre s' incontrano il ferro, ed il rame depurati a quel ſegno, che è neceſſario per formare buone artiglierie. Le notizie, che ſi daranno in queſto capo intorno il modo di trattare queſti minerali, ſerviranno anche per conoſcere, ſe i detti due metalli ſono ſtati ben depurati.

11. La miniera del ferro ſi manifeſta per lo più in forma di terra indurita, la quale ſi fa liquefare fra i carboni con un fuoco molto attivo eccitato dalla ſoffieria. In queſt' operazione la maggior parte delle materie volatili contenute nel minerale, come ſono il ſolfo, e l' arſenico, ſe ne vanno in fumo, ed il flogiſtico, unendoſi intimamente colle parti ferrigne, fa manifeſtare il ferro ſquagliato dentro un catino, dal quale ſi fa poi paſſare in certe foſſa preparate nell' arena, entro cui nel rappigliarſi acquiſta la figura di un ſemicilindro, che *Pane* dagli artieri ſuol chiamarſi. Queſto ferro ſi denomina comunemente *Ghiſa di primo getto*, *o di prima colata*, la quale rieſce dura, cruda, ed affatto priva d' arrendevolezza.

12. La ghisa di primo getto si fa squagliare un' altra volta fra i carboni, esponendola nel sito più vantaggioso della soffieria, e si chiama *Ghisa di secondo getto*, *o di seconda colata* il ferro proveniente da questa rifondita, il quale, sebbene sia assai più puro dell' altro, non è però ancora trattabile col martello.

A misura poi che la ghisa è meglio depurata, e che è stata squagliata più d' una volta, si liquefà con maggiore stento, e non principia la liquefazione, se non dopo che essa ghisa è ben arroventita.

13. La ghisa, che è in commercio, si suole distinguere comunemente in due sole qualità. Una di queste qualità resiste al martello, essendo fredda, ma, quando è arroventita, si rompe facilmente in più parti, la qual cosa succede per cagione delle molte materie eterrogenee, che contiene, e specialmente dell' arsenico, e del solfo. L'altra qualità di ghisa è arrendevole e trattabile col martello, allorchè è rovente, segno certo, che la medesima trovasi spogliata dai minerali volatili, e che la sua natura è buona, e tenace.

14. Nel fare i cannoni di ferro si dee usare la ghisa più tenace, che aver si possa, considerandosi quella d'Inghilterra la più propria per formarne artiglierie. Questo ferro è duro tanto che basta, perchè negli spari a palla l'anima del pezzo conservi invariabile la sua figura; ma per resistere lungamente negli assedi è necessario, che si supplisca alla scarsezza della tenacità col rinforzare maggiormente i cannoni, senza del che non solamente crepano, ma scoppiano tutto d'intorno con gran impeto, e col danno degli Artiglieri, che li maneggiano. Per questo motivo i pezzi da ll. 32 rinforzati a dovere riescono troppo pesanti, onde e questi cannoni, ed altri di maggior calibro s'adoperano solamente nelle navi da guerra, facendosi uso nell' Artiglieria di terra di que' pezzi di ferro, il di cui calibro non eccede le ll. 24.

15. Per dare l'arrendevolezza al ferro fuso, ed accrescerne notabilmente la tenacità, si fa arroventire la ghisa di secondo getto, e sottoponendola al martello di un battiferro, si percuote per ogni verso, finchè essa è rovente. Si ri-

pete più volte quest' operazione, affinchè le materie terrestri, che sono eterrogenee al ferro, si separino interamente da questo metallo, terminino di dissiparsi li minerali volatili, e divenga più universale il contatto fra le particelle elementari del ferro. La ghisa in tal modo lavorata si chiama *ferro da fucina*, il quale riesce meno duro, ma assai più tenace di prima, e si considera di ottima qualità, allorchè è molto arrendevole a caldo, ed a freddo, e che è trattabile anche colla lima; ma sarà di qualità vie più inferiore a misura che, essendo percosso col martello, si romperà, o si fessurerà più facilmente.

Per liquefare il ferro da fucina è necessario adoperare per lungo tempo un fuoco gagliardissimo, e non segue la liquefazione, se prima il ferro non è arroventito al maggior segno.

Il ferro da fucina per mancanza di durezza s' adopera soltanto nella costruzione delle armi di picciolo calibro sparate con palla di piombo, come sono gli Smerigli, le Spingarde, gli Schioppi, le Carabine, e le Pistole. Queste armi si possono poi fare molto sottili

attesa la gran tenacità del ferro.

16. Il minerale del rame trovasi mescolato per l'ordinario con altre sostanze metalliche, e con materie volatili, motivo, per cui a seconda della natura, e proporzione diversa delle materie eterrogenee, ch' entrano in questo minerale, si dee operare diversamente per ricavarne il rame puro; succedendo talvolta, che una cava somministri per un certo tempo materie facili a trattare, e che nel seguito cambi natura, onde è poi necessario il moltiplicare le operazioni, ed eziandio diversificarle per ben depurare il rame.

In qualunque modo però si proceda, egli è sempre necessario, per ottenere la depurazione, di divenire a una prima fusione delle materie, dalla quale si ricava un *Regolo*, o dicasi metallo misto, che *Rame negro* s' appella, il quale non è in alcun modo trattabile col martello, e può la sua qualità variare in molte guise, secondo che gli metalli componenti sono o di diversa specie, o in una proporzione diversa.

17. Per depurare il rame negro si fa uso della coppella ne' laboratorj di Chi-

mica, divenendo a una operazione poco dissimile da quella, che si pratica nella zecca per affinare l' oro, e l' argento; ma in corso di fabbrica la depurazione del rame negro s' ottiene col farlo abbrustolire, e indi liquefare una, o due volte, affinchè nell' abbrostitura si sublimino le sostanze meno fisse, e colla fusione si convertano in iscorie le altre eterrogeneità più fisse, chiamandosi *Rame* il metallo, che si ricava da queste fusioni ripetute, il quale suol configurarsi a guisa di torte sottili denominate *Pani di rame*, i quali riescono molto cavernosi, e spugnosi.

Il rame, che trovasi in commercio, suol essere di tre qualità, cioè *rame puro*, *ordinario*, ed *infetto*, avvegnachè in certe cave non torna sempre a conto il fare quella maggior spesa, che richiederebbesi, per ben depurare questo metallo. Il rame d' Allagna, di Savoia, e del Giappone, che negli scorsi anni trovavasi in commercio fra noi, era ben depurato. Quello d' Aosta, e di Svezia era alquanto più duro degli altri, ed un poco meno arrendevole; ma il rame del Messico era di qualità molto infe-

riore

riore per essere crudo assai, ed affatto intrattabile alla trafila.

18. Il rame puro è molto rosseggiante, ed ha una gran tenacità, ed arrendevolezza, di modo che è obbedientissimo alla trafila, ed al martello, potendosi convertire in fili minuti, come sono le corde da cembalo, ed in vasi molto sottili senza rompersi, nè fessurarsi, ed è questa una maniera sicura per riconoscere, se sia puro. Questo rame abbisogna di un fuoco molto attivo, e continuato per tempo notabile a fine di passare nello stato di fluidità, lo che non succede se non dopo che è ben rovente.

Allorchè si fa liquefare il rame senza che tocchi verun combustibile, se, dopo che è divenuto fluido, s'eccita fuoco maggiore di quello esigesi per averlo in tale stato, cominciano a calcinarsi alcune sue particelle, e successivamente se ne calcinano delle altre a misura, che il fuoco continua colla stessa attività; manifestandosi queste calcinazioni in forma di scorie galleggianti sulla superficie della liquefazione. Se, dopo d'aver raccolte queste scorie, si pesteranno, e mescolatele con una quantità di carbone si

esporranno al fuoco di una soffieria, esse riacquisteranno il flogistico perduto, e compariranno di nuovo nella forma metallica, come già si disse (Instituzioni fisico-meccaniche (§. 91).

Il rame squagliato, e quello, che, essendo solido, si pone fra i carboni accesi di una soffieria, comunica un bel color verde alla fiamma. Se poi il rame puro si disciorrà per mezzo dell'olio di vitriolo, la dissoluzione riuscirà di color turchino (vedansi le Instituzioni fisico-meccaniche (§. 116).

19. Chiamasi rame ordinario, qualora le eterrogeneità, ch'esso contiene, sono poche, e che non ne alterano considerabilmente la tenacità, e l'arrendevolezza, di modo che, se bene con questo metallo non si possono formare le corde molto sottili del cembalo, se ne possono nulladimeno fare delle grosse, e si formano pure con questo rame tutti i vasi della cucina.

Si considera poi infetto, e di qualità inferiore quel rame, che ha poca tenacità, ed arrendevolezza. Qualora questo rame si manifesta crudo, e fran-

gibile alla trafila, o al martello, è segno, che contiene molte particelle ferrigne, o arsenicali. Il rame, che ha molto arsenico, si liquefà assai presto. L'esservi poi dell'antimonio nel rame ne facilita anche la liquefazione, ma allora la fiamma in vece di verdeggiare si manifesta bianchiccia, e fumosa.

Se la dissoluzione del rame per mezzo dell'olio di vitriolo gialleggerà, sarà segno, che questo metallo contiene delle parti ferrigne; e che il ferro trovasi in maggior quantità, se il colore verdeggerà.

Il rame infetto dee assolutamente essere escluso dalle fonderie de' cannoni, poichè il bronzo, che con questo si forma, riesce agro, e frangibile.

20. Quantunque lo stagno sia fra tutti i metalli il più leggiero, il suo minerale però suol essere molto pesante, mentre che trovasi mescolato con una gran quantità d'arsenico: quindi avviene, che questo minerale si può facilmente separare dalle altre materie eterrogenee, che sono più leggiere, bastando per ciò farne la scelta, o servirsi delle lavature, dopo che le materie sono state tritate per

mezzo di qualche pesta. Separato in tal guisa il minerale dello stagno, si fa poi abbrustolire per ispogliarlo dall' arsenico, e indi si fa liquefare, mescolandolo con materie abbondanti di flogistico, per sminuire la gran calcinazione, a cui è soggetto lo stagno liquefatto.

21. Lo stagno, che è ben depurato, ha poca arrendevolezza, e tenacità, e fa sentire un picciolo stridore; allorchè si storce in diversi sensi. Essendo esposto a un grado di fuoco molto moderato, si liquefà assai prima d' arroventirsi, e si calcina facilmente, ed in maggior copia a misura, che è in contatto coll' aria. Allorchè questa calcinazione si combina con un flogistico, e si espone a un competente grado di fuoco, ripiglia con facilità la forma metallica.

Lo stagno depurato si mescola facilmente, e si confonde cogli altri metalli squagliati, ne' quali sminuisce sempre l' arrendevolezza, e la tenacità, rendendoli crudi, e frangibili, eccettuatone il piombo. Per altro il mescuglio, che si fa con venti parti di stagno, ed una di rame, riesce più sodo dello stagno puro, e conserva tutt' ora sensibil-

mente la primiera arrendevolezza. Di questa specie è lo stagno in verghe proveniente dall' Inghilterra, che *Stagno fino* si chiama.

22. Lo Zinco è un semimetallo, il quale ricavasi specialmente dalla Giallamina, dalla Pietra calaminaria, e da una materia denominata *Cadmia de' forni*, la quale s' attracca tutto d' intorno all' orificio delle bocche delle fornaci, dentro cui si depurano i minerali, che contengono lo zinco. Questo semimetallo s'infiamma facilmente ognivoltachè vien esposto a un competente grado di fuoco, e indi per via di sublimazione si scioglie sotto la forma di fiori bianchi, e si dissipa.

Dall' incontrarsi talora lo zinco nella miniera molto intricato con sostanze di differenti qualità avviene, che il suo minerale debba essere maneggiato diversamente a fine di ricavarne un zinco ben depurato.

23. La combinazione del zinco col rame si chiama *Ottone*, il quale, quando è fatto con materiali scelti, è trattabile a freddo col martello, ma riesce sempre crudo, e frangibile, allorchè è molto

caldo. Qualora poi l' ottone è composto con materiali impuri, riesce crudo, e frangibile anche a freddo, servendo questa sua proprietà per riconoscerne la qualità.

L' ottone è di color giallo, si liquefà più facilmente del rame; se si farà squagliare entro un crogiuolo, e si ecciterà gran fuoco, la liquefazione s'infiammerà, e dalla sua superficie s' inalzeranno molti fiori di zinco, di modo che, se l'ottone si terrà squagliato per tempo notabile nelle divisate circostanze, verrà spogliato affatto dal zinco, ed il metallo restante nel crogiuolo più non sarà, se non se rame semplice.

24. Se, dopo d' aver fatto ben arroventire una quantità di rame, vi si getta sopra una porzione di stagno, questo accelera la liquefazione del rame, passando tosto ambidue i metalli nello stato di fluidità; e se il rame, o pure il mescuglio di questo collo stagno sarà già liquefatto, l' aggiunta dello stagno renderà maggiormente fluida la liquefazione. Si scorge adunque, che lo stagno è un fondente del rame; per altro questa sua proprietà non basta a fare sì, che i

due metalli liquefatti ſi meſcolino eſattamente da per ſe ſteſſi nelle gran fornaci, ma è neceſſario eccitare un movimento maggiore di quello eſigeſi per mantenerli liquefatti.

Se, dopo che il miſchiamento di queſti due metalli è ridotto a perfezione, ſi voterà in ſito tale a poterſi rappigliare ben preſto, ſi troverà, aſſodata la materia, che la meſcolanza continua ad eſſere eſatta; ma, ſe la quantità del miſto ſarà conſiderabile, e ſi farà ſcorrere dentro un recipiente talmente configurato, che la materia tardi aſſai a raſſodarſi, ſi oſſerverà, dopo che queſta avrà preſo conſiſtenza, che lo ſtagno è più copioſo verſo il fondo, ſpecialmente ſe la figura del recipiente ſarà lunga, come le forme de' cannoni.

Le calcinazioni, che ſi formano, mentre queſto compoſto ſtà liquefatto (§. 18, 21), rieſcono d' indole diverſa ſecondochè varia la quantità del metallo ſquagliato, la ſuperficie, che è in contatto coll' aria, ed il tempo, in cui ſtà liquefatto. Queſte mutazioni rieſcono preſſochè inſenſibili nelle operazioni docimaſtiche de' laboratorj metallurgici; ma,

qualora nelle gran fornaci ſi laſcia in liquefazione per un tempo notabile una gran quantità di queſto miſto, e che ſi accreſce il fuoco, ſi trova, che il metallo proveniente dalle calcinazioni avvivate contiene lo ſtagno in una proporzione maggiore di quella, che è ſtata poſta entro la fornace, la qual coſa oſſervaſi ne' *pani di raffinamento*, che i fonditori delle artiglierie ricavano dall' operazione denominata *della manica.*

25. Il meſcuglio del rame collo ſtagno chiamaſi *Bronzo*, qualunque ſia la proporzione fra queſti due componenti, purchè il rame formi la parte dominante.

A miſura che la doſe dello ſtagno è più copioſa nel bronzo, ſi trova, come già ſi diſſe (§. 2), che il compoſto rieſce più duro, e meno ſoggetto alle caverne, sfoglie, ed altre ſimili diſgiunzioni ſolite a formarſi nel rame ſemplice, e che per altra parte queſto meſcuglio ſcapita aſſai nella tenacità ſino a diventare crudo, e frangibile, ſe la doſe dello ſtagno è troppa. Qualora poi nel bronzo s'aggiugne una porzione conſiderabile d'ottone, il compoſto rieſce alquanto più duro, e diventa anche aſſai più fran-

gibile, allorchè è caldo (§. 23), non ostante che l'ottone aggiunto sia d'ottima qualità.

Giacchè l'uso, a cui si destinano le opere di bronzo, decide della proporzione, che aver debbono i suoi componenti, onde s'abbiano quelle proprietà fisiche, che nell'opera ideata si richieggono (§. 2, 3), consegue, che il bronzo delle campane servir può per la formazione delle artiglierie, e che col bronzo de' cannoni, e de' mortai si possono fare statue, macchine, e cose simili, purchè coll'aggiunta dello stagno, o del rame si riduca la proporzione fra i componenti a quel segno, che si conviene.

26. Noi dimostreremo nel seguente capo, che la materia de' cannoni, e specialmente di quelli di batteria dee indispensabilmente essere dura e tenace, a fine di ottenere i vantaggi descritti (§.8, e 9). Intánto premetteremo, che per avere nelle artiglierie di bronzo le due mentovate proprietà a quel segno, che si conviene, fa d'uopo

1.° Adoperare nella composizione del bronzo metalli depurati, e di buona qualità.

2.° Dee la proporzione fra i componenti essere racchiusa fra certi limiti.

3.° Si dee procurare per mezzo della compressione di accrescere nel bronzo la connaturale sua durezza, e tenacità.

27. Quel rame, che avrà le qualità espresse (§. 18), sarà ottimo per formare il bronzo per le artiglierie, e dovrassi in questa composizione adoperare lo stagno fino d' Inghilterra (§. 21) a motivo della sua buona qualità; dovendosi assolutamente rigettare quelle altre qualità di stagno, in cui trovasi qualche mescuglio di piombo, poichè quest' ultimo metallo sminuisce nel bronzo la durezza, e la tenacità insieme.

La proporzione fra i componenti il bronzo per le artiglierie, in cui s' incontrano le proprietà, ed i vantaggi descritti (§. 26), trovasi posta fra $\frac{1}{6}$ ed $\frac{1}{8}$, cioè a dire che si dee adoperare tanta quantità di stagno, che sia tra $\frac{1}{6}$ ed $\frac{1}{8}$ del rame, ognivoltachè si farà uso dell' odierna polvere da guerra, la quale più non permette di stare fra limiti maggiormente distanti, come facevasi allora quando

uſavaſi ne' cannoni polvere più debole. Se il rame ſarà ben depurato, e conſeguentemente molto dolce, ed arrendevole, la quantità dello ſtagno dovrà accoſtarſi al ſedeci per cento del rame, e contrariamente dovrà approſſimarſi al dodeci per cento, ſe il rame ſarà di qualità ordinaria; dovendoſi aſſolutamente eſcludere quel rame infetto, che meſcolato con dodeci per cento di ſtagno ſomminiſtra un bronzo crudo e frangibile.

A fine poi di accreſcere nel bronzo col mezzo della compreſſione la connaturale ſua durezza, e tenacità (§. 26 n. 3), converrà coſtruire le forme de' cannoni in modo, che il *ſopragetto*, volgarmente denominato *Maſſelotta*, rieſca lungo più che ſi può.

28. Ognivoltachè nella compoſizione del bronzo ſi vorrà uſare anche l' ottone, dovrà la quantità di queſto metallo eſſere modica: imperciocchè, come già ſi diſſe, l'ecceſſo in queſto rende il bronzo crudo, e frangibile, ſpecialmente quando il pezzo è riſcaldato dai replicati, e frequenti ſpari (§. 23, e 25); oltrechè, ſiccome è neceſſario nelle gran fornaci delle artiglierie l' introdurvi l' ottone

poco per volta, allorchè ſe ne adopera molto, avviene, che lo zinco del primo ottone introdotto ſi diſſipa col ſublimarſi in fiori (§. 23), onde ſiamo poi allo ſcuro circa la giuſta proporzione fra i componenti. Gli fautori dell' ottone penſano, che queſto aiuti, e conſervi il perfetto miſchiamento fra il rame, e lo ſtagno, ma queſta opinione non è ancora baſtantemente accreditata dalla ſperienza.

29. Nelle Inſtituzioni fiſico-meccaniche (§. 66) abbiamo già data una notizia della durezza d' alcuni metalli. Volendo ora eſtendere maggiormente queſte cognizioni, addurremo il riſultamento delle ſperienze fatte con vari altri meſcugli, e altre qualità di bronzo, che nel 1759 formate furono entro crogiuoli dal Maggiore Ronzini Direttore del Regio laboratorio metallurgico. In queſte ſperienze ſi ſono ſottopoſte le diverſe verghe metalliche alla forza di un dado di ferro peſante libbre dieci, il quale, cadendo dall' invariabile altezza di piedi $1\frac{1}{6}$, percuoteva ſopra la teſta di un punteruolo d' acciaio, che colla ſua eſtremità acuta di figura conica ſi figeva nella verga me-

tallica, su cui appoggiavasi, onde gli effetti di questa percussione sono espressi nelle capacità degli incavi prodotti dal punteruolo, i quali, attesa la rassomiglianza nella figura, sono in triplicata proporzione delle immersioni del punteruolo registrate nella prima colonna; per la qual cosa i divisati incavi presi con ordine inverso esprimono la durezza relativa delle verghe metalliche: per esempio si dirà, che la durezza del bronzo A stà a quella del bronzo F come 173 a 51.

Risultamento delle sperienze fatte nel 1759 per confrontare la durezza relativa de' seguenti metalli.

		1.ª colonna. *Immersioni relative del punteruolo nelle verghe metalliche.*	2.da colonna. *Effetti della percussione, espressi nelle capacità relative degl' incavi prodotti.*
Stagno fino d' Inghilterra .	parti	92	1216
Rame puro d' Allagna . .	"	66	450
Rame separato dalle monete da soldi 5. ciascuna	"	58	301
Ottone di Germania trattabile a freddo col martello	"	54	246
Misto fatto con 100. di rame, 12. di stagno, e 2. di zinco, e questo anticipatamente combinato collo stagno	"	42	116
Misto fatto con 100. d' ottone, e 12. di stagno	"	35	68

Bronzo formato con metalli scelti, e nelle seguenti proporzioni.

		Rame	Stagno	Ottone		
Misti diversi	A . .	100	25	. . .	32	51
	B . .	100	20	. . .	35	68
	C . .	100	16	. . .	37	78
	D . .	100	14	. . .	40	100
	E . .	100	12	. . .	42	116
	F . .	100	8	. . .	48	173
	G . .	100	24	100	37	78
	H . .	100	20	5	34	62
	K . .	100	16	28	36	73
	L . .	100	14	8	37	78
	M . .	100	12	6	40	100
	N . .	100	10	12	42	116
	P . .	100	9	20	44	133
	Q . .	100	8	28	47	162
	R . .	100	5	20	49	184
	T . .	100	2	20	52	220

30. Nel risultamento delle addotte sperienze si osserva

1.° Che lo stagno è il principale ingrediente per indurire il bronzo.

2.° Che gl' incavi prodotti nei misti A, B, C, D, E, F formati solamente col rame e collo stagno sono prossimamente in ragione reciproca delle quantità di stagno adoperate.

3.° Che, volendo comprendere l'ottone nella composizione del bronzo, si può diversificare in molte maniere la proporzione fra i componenti, e aversi nulladimeno la stessa durezza, come risulta dal confronto de' bronzi G, L.

4.° Che i misti C, D, i di cui componenti sono fra i limiti assegnati (§. 27), possono servire di modello per riscontrare, se altri bronzi hanno la conveniente durezza per le artiglierie, divenendo perciò a una congrua sperienza.

Abbiasi per esempio un bronzo Z, di cui si vuole pareggiare la durezza con uno di quelli del modello C, D. Col mezzo d' una macchina percuotente si trovi l' immersione = I, che produce un punteruolo nello stagno fino d' Inghilterra, avvegnachè la di lui qualità è

costante; si trovi indi l'immersione dello stesso punteruolo nel proposto bronzo, e si esprima questa per Z, sarà $\frac{1}{Z}$ la proporzione fra le immersioni in questi due metalli; ma dalle sperienze del precedente paragrafo si ha $\frac{92}{40}$ per la proporzione fra le immersioni nello stagno suddetto, e nel bronzo D, adunque, se sarà $\frac{1}{Z} = \frac{92}{40}$, il proposto bronzo avrà la durezza istessa del bronzo di modello, se $\frac{1}{Z} > \frac{92}{40}$, il bronzo Z sarà più duro dell' altro D, e contrariamente sarà Z meno duro di D, se $\frac{1}{Z} < \frac{92}{40}$.

31. Noi possiamo conoscere in diverse maniere qual porzione sia lo stagno di un proposto bronzo. Queste maniere però somministrano soltanto approssimazioni.

In primo luogo si può conoscere come sia composto un bronzo proposto coll' esplorarne per via di sperienze la durezza, e la tenacità, e col confrontare indi queste due proprietà colla durezza di un bronzo di modello registrata (§. 29), e

colla

colla tenacità dello ſteſſo bronzo aſſegnata (Inſtituzioni fiſico-meccaniche (§.64.) Se queſte due proprietà nel bronzo propoſto corriſpondono a quelle di modello, ſi dirà, che i due bronzi ſono della medeſima qualità; ſe il bronzo propoſto ſarà ugualmente tenace, ma meno duro di quello di modello, o pure ſe, eſſendo uguale la durezza, riſulterà minore la tenacità, ſarà ſegno, che la proporzione fra i componenti è diverſa, o che varia la loro qualità.

In ſecondo luogo ſi potrà far ſervire il ſuono, ed il colore per conoſcere con qualche approſſimazione come ſia compoſto il propoſto bronzo: imperciocchè, ſe queſto, eſſendo percoſſo col martello, avrà molta ſonorità, ſarà ſegno, che lo ſtagno abbonda, e all'oppoſito ſi dirà, che lo ſtagno è ſcarſo a miſura, che il bronzo ſarà meno ſonoro. Quel bronzo, che limato roſſeggia, è certamente ſcarſo di ſtagno, e ſaremo certi, che queſto metallo abbonda, ognivoltachè il ſito limato appariſce chiaro, e bianchiccio. Il colore giallo denota, che nel bronzo evvi molto ottone. Se col martello ſi romperà un pezzetto di bronzo,

e nel ſito della rottura ſi ſtenterà a ravviſare particelle di rame, sarà ſegno, che lo ſtagno è in circa $\frac{1}{6}$ del rame, e ch'eſſo ſtagno trovaſi in maggior quantità, ſe più non ſi ſcorgono veſtigie di rame, perchè la ſezione di rottura tutta biancheggia; ma ſi dirà, che lo ſtagno è in quantità minore di $\frac{1}{6}$, ſe il rame ſi manifeſta più apertamente in detta ſezione.

In terzo luogo ſi verrà a conoſcere qual porzione ſia lo ſtagno del rame, ſe del propoſto bronzo ſia cognita la qualità de' componenti, e ſe di queſto ſi determini la gravità ſpecifica a norma delle coſe inſegnate nelle Inſtituzioni fiſiche-meccaniche: per altro queſta maniera è ſoggetta agli equivoci provenienti dalle caverne, che incontrare ſi poſſono dentro il bronzo, come ſi è già fatto oſſervare nelle dette Inſtituzioni.

CAPO II.

Si dimostra la necessità di avere tenacità e durezza nel bronzo per le Artiglierie.

32. Per conoscere chiaramente la necessità di avere tenacità, e durezza nel bronzo per le artiglierie, e per poter determinare i limiti di queste due proprietà, affinchè i pezzi sieno resistenti a quel segno, che ottenere si può, senza accrescerne soverchiamente il peso, nè incorrere in altri inconvenienti (§.8, 9), fa d' uopo badare alle forze, che tendono a rovinare le artiglierie, e al modo, con cui agiscono queste forze.

Tre sono le maniere diverse, con cui la polvere accesa entro le armi da fuoco tende a rovinarle.

1.° Consiste la prima maniera nella pressione, che il fluido elastico esercita contro le pareti dell' anima di un pezzo.

2.° S' osserva la seconda maniera, allorchè dentro un cannone, e in distanza notabile di una carica modica si mette uno stoppaccio, o altro corpo resistente, o pure che s' adopera una carica soprabbondante collo stoppaccio contiguo: im-

perciocchè in ambedue queste circostanze il fluido elastico, che si sviluppa in fondo dell' anima del pezzo, accelera talmente il movimento suo nello scorrere il lungo spazio intercetto tra il detto fondo, ed il corpo resistente, che percuote esso corpo con grand' impeto, e riflettendosi tutto d' intorno esercita contro le pareti dell' anima una forza assai più efficace di quella, che nasce dalla sola pressione.

3.° Manifestasi la terza maniera, allorchè la palla nell' atto dello sparo saltella entro il pezzo, producendovi incavi, e solchi, per cui la parte dell' anima del cannone intercetta tra la bocca ed il sito, ove posa essa palla, si sfigura fuor di modo, e il pezzo crepa ognivoltachè le sue grossezze non oltrepassano di gran lunga quelle, che richieggonsi per resistere alla sola pressione del fluido elastico.

33. Per conoscere fin a qual segno la tenacità del bronzo combinata colle grossezze del cannone resiste alla forza
TAV. I. FIG. 1. della polvere accesa (§. 32. n. 1), si consideri, che la figura prima rappresenti il taglio fatto ad angoli retti coll' asse

di un cannone nel ſito della carica, e ſia $AB = r$ il raggio dell' anima BFDG, e $BC = m$ la ſpeſſezza del pezzo; ſe ſupporremo, che queſta ſia uguale al diametro BD, come ſi pratica ne' cannoni diſegnati colle proporzioni date nel libro I. dell' Artiglieria pratica, e ſi farà uſo della formola $7200nr = mq$ data (Inſtituzioni fiſiche-meccaniche §. 441) pel cilindro, che crepa ſecondo la ſua lunghezza, ſarà $m = 2r$, e, ſoſtituendo queſto valore, s' avrà, corretta l' eſpreſſione, $3600n = q$, in cui la lettera n addita quante volte il fluido ſviluppato dalla polvere ſia più elaſtico dell' aria naturale nello ſtato mezzano dell' atmosfera, e q esprime in libbre il peſo, che eſigeſi per vincere la tenacità del bronzo nella ſezione di rottura di un piede ſuperficiale.

Suppongaſi, che l'elaſticità del fluido infuocato ſia la maſſima, cioè a dire, che ſia uguale a quella, che in tempo molto ſecco manifeſtaſi entro una capacità invariabile, in cui la polvere acceſa è neceſſitata a sfogarſi tutta pel focone, cioè $n = 1900$, come abbiamo accennato (Eſame della polvere §. 137), avre-

mo $3600 \times 1900 = q =$ libbre 6840000 per la tenacità $= q$, che nella ſpeſſezza uguale al diametro dell' anima s' equilibra colla diviſata preſſione.

Dalle ſperienze addotte (Inſtituzioni fiſiche-meccaniche §. 64) ſi ha, che la tenacità del bronzo compoſto col rame ordinario, e con $\frac{1}{8}$ di ſtagno è di libbre 9331200, e che quella del bronzo, il quale contiene $\frac{1}{6}$ di ſtagno, è di libbre 8087040. Si ſcorge adunque che, adoperando uno di queſti due bronzi nel formare cannoni proporzionati ſecondo l' Artiglieria peſante, ſi ha tenacità oltre il biſognevole, e queſt' eceſſo ſi conoſce ancora maggiore, allorchè ſi riflette, che in fazione sfogandoſi la maggior parte della polvere acceſa per la bocca del pezzo, ove la medeſima non incontra altra reſiſtenza al ſuo sfogo ſe non lo sfregamento degli ſtoppacci, il peſo, e l' inerzia della palla, l' elaſticità ſua non giugne mai, anche nelle circoſtanze più favorevoli all' accenſione, ed all' abbruciamento, ad eſſere i due terzi dell' elaſticità maſſima 1900,

onde in pratica si potrà adoperare anche il bronzo composto col rame ordinario, e con $\frac{1}{6}$ di stagno senza pericolo di crepare il pezzo.

34. Volendo accertare con una sperienza immediata, se sia sufficiente la resistenza, che i cannoni di bronzo della lega M (§. 29) oppongono alla pressione massima del fluido elastico, gli Uffiziali del Corpo Reale d'Artiglieria scelsero un pezzo da ll. 32 denominato l'Invincibile, la cui grossezza in culatta era di un diametro della bocca, e di $\frac{15}{16}$ d'esso diametro nel fine del primo rinforzo. Questo pezzo è stato caricato in maggio 1771 con libbre venti polvere fina da guerra, il turracciolo di fieno attortigliato è stato ricalcato con sei colpi da due cannonieri, e indi si è empiuto il restante dell'anima con terra grassa compressa a diverse riprese a colpi di mazzuolo, finchè rispigneva il ricalcatore; dopo del che si è posto un turaccio di legno alla bocca del pezzo, il quale si è assodato con cunei pure infissi a colpi di mazzuolo. Caricato

in tal guiſa il cannone, ſi è collocato dentro una foſſa preparata, e impegnandolo ſaldamente con forti pali, ſi ſono collocati due groſſi pezzi di legno uno dietro la culatta, e l' altro avanti la bocca, a fine di neceſſitare con queſt' apparato la polvere acceſa a sfogarſi tutta pel focone praticato nell' aſſe di un grano a vite.

Appicciato il fuoco alla carica, ha queſta espellire dalla bocca del pezzo le materie poſte nell' anima, e cacciato per aria il legno ſituato avanti eſſa bocca. Dopo lo ſparo ſi è eſaminato attentamente il cannone di dentro, e di fuori, uſando gli ſtrumenti, e le maniere le più atte per iſcoprire, ſe foſſe ſeguita qualche alterazione, e dopo una ſcrupoloſa diſamina ſi è riconoſciuto, che il pezzo era illeſo, ed avendolo di poi fatto empiere d' acqua, non è ſeguito in queſta verun conſumamento, nè ha trapelato in verun ſito, abbenchè ſiaſi laſciata l' acqua per ore cinque dentro il pezzo elevato a ſegno di cagionare una forte compreſſione.

35. Si è già fatto oſſervare altrove, che i metalli ſemplici ſcapitano nella

loro tenacità a misura che sono più caldi, e che nel bronzo questo scapito è maggiore di quello osservasi ne' metalli semplici. Da ciò consegue, che la tenacità nelle artiglierie sminuisce a proporzione che queste sono riscaldate dai successivi, e frequenti spari. Questo calore non giugne però mai in fazione a segno di poter accendere la polvere, mentre si carica il pezzo: imperciocchè, quando gli Artiglieri dubitano, che il troppo calore possa cagionare qualche sinistro accidente, o desistono dallo sparo, o rinfrescano il cannone collo spazzatoio inumidito: per la qual cosa noi considereremo questo calore come il termine massimo, al quale ragguaglieremo la corrispondente tenacità del bronzo.

Risulta da varie esperienze, che il bronzo composto con $\frac{1}{6}$ di stagno scapita al più $\frac{1}{3}$ nella sua tenacità, allorchè è riscaldato a segno tale, che accende la polvere, cioè a dire che in queste circostanze la tenacità sua è soltanto di libbre 5391360, e che il bronzo composto con $\frac{1}{8}$ di stagno riscaldato al men-

tovato ſegno ſcapita al più $\frac{1}{4}$ nella ſua tenacità, la quale trovaſi ridotta a libbre 6998400. Ciò poſto, ſe nella formola $3600n = q$ ſi ſcriverà 1200 in vece di n, giacchè ne' tiri di fazione ſi ha $n < \frac{2}{3} \times 1900$ (§. 33), s' avrà $3600 \times 1200 = 4320000$ libbre per la preſſione del fluido; per la qual coſa la tenacità de' due diviſati bronzi ſcaldati al ſegno, che cominciano ad incendiare la polvere, ſarà ancora molto ſuperiore al biſognevole, ognivoltachè la groſſezza del pezzo ſarà uguale al diametro della bocca nel ſito corriſpondente alla carica.

36. Per comprovare queſta propoſizione con una ſperienza immediata, addurremo una di quelle, che fatte furono nella primavera del 1770 dagli Uffiziali del Corpo Reale d' Artiglieria alla batteria della Scuola pratica. Si fecero ottocento ſpari a palla con un cannone da ll. 32. denominato *Sarcofago* coſtrutto colle medeſime proporzioni e qualità di bronzo deſcritte per l' *Invincibile* (§. 34.), ed in cui la proporzione tra il diametro della bocca del pezzo, e quello della palla

era a tenore della presentanea nostra Sagoma. Adoperavasi la carica ordinaria di fazione, cioè libbre 10 $\frac{2}{3}$ polvere fina da guerra, ricalcavasi da due cannonieri con cinque colpi lo stoppaccio sopra la polvere, e con tre colpi l' altro stoppaccio sopra la palla, e col pezzo incavalcato, il quale scorreva sopra uno strato orizzontale, facevansi cento tiri consecutivi in ciaschedun giorno, regolandone la frequenza a dodeci per ciascheduna ora; essendo questo un fuoco più celere di quello, che si fa negli assedi più violenti, ne' quali il pericolo de' colpi nemici rallenta il servizio delle artiglierie a segno, che in nessuna batteria non si oltrepassa quasi mai il numero di nove scariche in un' ora.

Terminata la sperienza si esaminò attentamente il pezzo, adoperando tutti i mezzi propri per iscoprire, se erasi formata qualche screpolatura, o altra disgiunzione proveniente da mancanza di tenacità. Dopo un minuto esame si è riconosciuto, che il cannone era ancora assai proprio per proseguire gli spari senza la minima apparenza, che potesse crepare. La

parte dell' anima compresa tra il sito dello stoppaccio della polvere, e la bocca del pezzo era ben configurata, e liscia come prima, che si cominciasse lo sparo, ed essendo i tiri stati diretti al solito bersaglio della Scuola pratica, sono riusciti tutti esatti, e, come suol dirsi, colpi di cannoniera. Le pareti dell' anima nel sito, ove si mette la polvere, avevano perduto il liscio, essendo divenute scabrose ed aspre, senza però che questo fatto pregiudicare potesse al buon uso del cannone. Somigliante fenomeno si attribuisce alla liquefazione, o calcinazione delle particelle dello stagno, le quali trovansi in quella superficie: ed in fatti, allorchè usavasi di porre il grano a caldo ai cannoni sfoconati, è avvenuto più d' una volta, che la culatta del pezzo, dopo d'essere stata riscaldata, perdeva esternamente il liscio, e riusciva di superficie molto scabrosa, e, qualora lo stagno non era stato ben mescolato col rame, formavansi anche piccioli incavi nella detta culatta, la quale ineguaglianza di mescuglio argomentavasi anche dalla irregolar figura, che acquistato avea il ca-

nale, e l'orificio del focone nel dilatarsi.

Aveva il cannone *Sarcofago* un camerino nel fondo dell' anima, il di cui cielo è stato corroso oltremodo in queste sperienze dalla polvere, che sfogavasi pel focone; ma si ragionerà di questo fenomeno nel capo 8.°, ove si considererà pure la resistenza del grano a vite, ch' era stato apposto a questo cannone, e che aveva dato motivo alla sperienza.

37. Dopo d' aver considerata la resistenza de' cannoni, che dipende dalla tenacità del bronzo combinata colle grossezze, convien ora far vedere, perchè la durezza sia anche necessaria, e fino a qual segno debba cercarsi questa proprietà nel bronzo per le artiglierie. A tal fine fa di mestiere conoscere gli effetti, che l' impulsione del fluido sviluppato dalla polvere accesa nel fondo dell' anima di un cannone produce nelle pareti di questa, e specialmente nel sito dello stoppaccio posto fra la polvere, e la palla (§. 32. n. 2). La maniera più sicura e breve per conoscere i divisati effetti consiste nel far delle esperienze im-

mediate con due cannoni dello ſteſſo calibro, e di lega molto diverſa. Si getti un cannone col bronzo di lega molle, in cui la quantità dello ſtagno non oltrepaſſi $\frac{1}{20}$ del rame, e ſi ſpari queſto pezzo con tanta polvere da guerra, che uguagli i due terzi del peſo della palla, ricalcando gli ſtoppacci ſecondochè uſaſi in fazione, ſi oſſerverà dopo lo ſparo, che dal ſito A fig. 2.ª, ove poſa la palla, andando verſo il fondo B dell' anima, le pareti di queſta ſi ſono ſcoſtate tutto d' intorno, e che ſi è formato un incavo orbicolare ACD di figura a pera, la di cui maggior profondità trovaſi nel ſito C dello ſtoppaccio poſto fra la polvere, e la palla, che eſſa profondità ſminuiſce inſenſibilmente andando verſo il fondo dell' anima, e che ceſſa affatto in D alla diſtanza in circa di due diametri da B.

TAV. I. FIG. 2.

Se queſto pezzo ſi caricherà con una quantità di polvere, che uguagli il peſo della palla, s' oſſerverà maggiore l' incavo ſuddetto, e la ſua profondità maſſima ſarà pure corriſpondente al ſito dello ſtoppaccio, che in queſt' altra ca-

rica trovasi posto tra la polvere, e la palla; e se il cannone in vece d'essere costrutto colle misure dell'Artiglieria pesante avrà le sue grossezze soltanto in equilibrio colla pressione del fluido, in questo caso il pezzo creperà nel sito della maggior profondità dell'incavo, o per lo meno si rigonfierà esternamente, qualora il bronzo sarà molto duttile.

Con un bronzo di lega dura, in cui la quantità dello stagno non sia minore di $\frac{1}{8}$ del rame, si getti un altro cannone sullo stesso modello dell'altro di lega molle, e si spari nelle divisate circostanze, per quanto si esamini questo pezzo, dopo ripetuti spari, non si scorgerà incavo veruno nell'anima, nè verun'altra alterazione, qualora il medesimo sarà rinforzato a tenore dell'Artiglieria pesante: ma se le sue grossezze saranno proporzionate alla sola pressione del fluido, il cannone creperà nel sito corrispondente allo stoppaccio posto fra la polvere, e la palla.

Posti gli accennati risultamenti, de' quali se ne daranno tosto parecchi riscontri, si fa chiara la necessità di combi-

nare la durezza del bronzo colle grossezze del pezzo, a fine di evitare i divisati inconvenienti. Coloro, che fanno grand' uso dello schioppo, sanno per esperienza che, se bene l'arma resista a cariche poderose, ognivoltachè lo stoppacciolo è contiguo alla polvere, la stessa arma crepa nel sito di un forte stoppacciolo, che si colloca distante un mezzo piede dalla carica, abbenchè questa non sia delle più gagliarde. Coloro, che ignorano la teoria del fluido elastico, che dalla polvere accesa sviluppasi, attribuiscono la screpolatura dello schioppo all'aria naturale, che trovasi frapposta tra la carica, e lo stoppacciolo situato a distanza notabile dalla polvere; ma chi sa misurare la forza di quest' aria interposta, e pareggiarla con quella del fluido, che sviluppatosi nel fondo della canna va a percuotere lo stoppacciolo suddetto, conosce chiaramente, che all' impulsione del detto fluido si dee assolutamente attribuire la crepatura dello schioppo.

38. Il risultamento delle seguenti sperienze fatte in giugno 1759 dagli Uffiziali del congresso del Corpo Reale d'Artiglieria

tiglieria dimoſtra la neceſſità di avere durezza nel bronzo per le artiglierie, affinchè ſi eviti l' incavo orbicolare nell' anima de' cannoni (§.37).

Si fecero coſtruire tre cannoni da ll. 16 colle ſolite miſure de' pezzi di batteria, ciaſchedun de' quali fu formato con una lega diverſa. La prima di queſte denominata *lega ordinaria*, ſtantechè uſavaſi da parecchi anni dai noſtri Fonditori, conteneva lo ſtagno in ragione di otto in dieci per cento; la ſeconda lega era la ſteſſa diviſata (§. 29) colla lettera R, e la terza era a norma della ſegnata T in detto paragrafo. Queſti pezzi, eſſendo ſtati ſparati tre volte ciaſcheduno nell' elevazione di gradi 15 con libbre $10\frac{2}{3}$ polvere da guerra, e colla palla del corriſpondente calibro, hanno manifeſtato l' incavo orbicolare, di cui ſi tratta, col divario però, che la profondità era maggiore a miſura, che più ſcarſo era lo ſtagno nella lega: imperciocchè, miſurati queſt' incavi, ſi è trovato, che la profondità ſuddetta era nel cannone di lega ordinaria $\frac{7}{144}$ d'un'oncia

del piè liprando, che nel cannone della lega R essa profondità era $\frac{29}{144}$ d'oncia, e $\frac{36}{144}$ nel cannone della lega T.

Si fece pure il confronto di due pezzi corti del calibro da ll. 4, uno de' quali era stato formato colla divisata lega ordinaria, e l' altro colla lega R. Questi pezzi, essendo stati sparati a palla con libbre 2 polvere da guerra, hanno pure, dopo gli spari, manifestato l' incavo orbicolare profondo $\frac{2}{144}$ di un' oncia nel primo pezzo, e $\frac{4}{144}$ nell' altro pezzo della lega R.

39. L' esito delle divisate sperienze indusse gli Uffiziali suddetti a procedere alla visita di venti cannoni da ll. 32, i quali erano stati sparati solamente tre volte ciascheduno nelle solite prove, che si fanno per l' approvazione de' pezzi; servendosi in questa disamina della *Scimia*, instrumento allora ideato dal Regio Macchinista Antonio Francesco Matthey, per ritrarre in disegno l' esatta figura dell' anima de' cannoni. Dieci di

questi pezzi erano stati proporzionati secondo la scala formata sul diametro della palla, e costrutti col bronzo di lega R, ed erano stati sparati all' elevazione di gradi 15 con libbre venti polvere da guerra, e colla palla del conveniente calibro. In questa visita si trovò, che tutti essi cannoni avevano un incavo orbicolare di figura a pera nel sito dello stoppaccio posto fra la polvere, e la palla, che l' estensione di quest' incavo era di due diametri, e la maggior profondità di $\frac{8}{144}$ di un'oncia.

Gli altri dieci cannoni erano stati formati colla già divisata lega ordinaria, che, come già s'è detto (§. 29, e 38), era più dura del bronzo R, ed erano essi cannoni stati proporzionati con una scala fatta sul diametro della bocca (Artiglieria pratica libro 1.°): ciascuno di questi pezzi era stato sparato tre volte a palla nell'elevazione di gradi 22 $\frac{1}{2}$, è caricato con polvere da cannone in peso di libbre 21 $\frac{1}{3}$ nel primo sparo, di libbre 26 $\frac{2}{3}$ nel secondo, e di libbre 32 nel terzo sparo,

e si è pure osservato in questa visita l'incavo orbicolare in tutti essi pezzi, la cui estensione era di tre diametri in circa, e la maggior profondità di $\frac{8}{144}$ di un'oncia nel sito dello stoppaccio posto fra la polvere, e la palla nell' ultima carica di libbre 32.

Si scorge adunque nel risultamento di questa disamina la necessità di avere nel bronzo durezza tale, che s'eviti l'incavo orbicolare, e si conosce in oltre, che l'efficacia del fluido elastico, il quale produce quest' incavo, riesce maggiore a misura, che la carica occupa una maggior lunghezza nell' anima: imperciocchè, se bene la polvere da cannone s' abbruci più lentamente di quella da guerra (Esame della polvere), e quindi somministri minor quantità di fluido elastico in ugual tempo, nulladimeno, atteso il maggiore spazio, per cui è scorsa questa minor quantità di fluido dentro i pezzi di lega ordinaria sparati con libbre 32 polvere, ha il medesimo acquistata una velocità maggiore, per cui, non ostante la maggior durezza di questa lega, ha prodotto un incavo ugual-

mente profondo a quello, che s' è manifestato ne' cannoni di lega R sparati con libbre 20 polvere da guerra.

40. A fine di togliere ogni dubbietà intorno le conseguenze addotte (§.38, 39), si fecero in agosto 1759 le seguenti sperienze con un cannone da ll. 32. gettato in questa fonderia colla lega ordinaria.

In queste sperienze si fecero due spari con ciascheduna delle seguenti cariche, adoperando polvere da giuoco, ch' era la più gagliarda, che allora si avesse; gli stoppacci sopra la polvere furono ricalcati con cinque colpi da due cannonieri, e con tre colpi sopra la palla, ed essendo questo pezzo stato sparato all'elevazione di gradi $22\frac{1}{2}$, è risultato come segue.

		Lunghezza de' tiri
Colla carica di ll. 12.	trabucchi	1172.
di ll. 16.	. . .	1316.
di ll. 20.	. . .	1376.

Dopo d'aver fatto i due primi spari colla carica di libbre 12 si è visitato il pezzo,

e non s'è scoperto verun incavo; dopo gli spari fatti con libbre 16 si è osservato un incavo orbicolare, la cui profondità maggiore era di $\frac{5}{144}$ di un'oncia nel sito dello stoppaccio posto tra la polvere e la palla, e terminati gli spari con libbre 20, si è veduto un incavo orbicolare assai più esteso, la cui maggior profondità era di $\frac{9}{114}$ d'un'oncia, corrispondente al sito dello stoppaccio posto fra la polvere e la palla in questi ultimi tiri.

41. A fine di determinare quale sia il grado di durezza nel bronzo, in cui più non si produce l'incavo orbicolare, non ostante che s'adoperino cariche straordinarie, si spararono alcune volte in settembre del 1759 tre cannoni de' calibri da ll. 8, 16, e 32 costrutti colle misure date (Artiglieria pratica libro 1.°), e con un bronzo, la cui durezza corrispondeva a quella delle leghe D, M (§. 29). La polvere adoperata era da giuoco in quantità sempre de' tre quarti del peso della corrispondente palla. I pezzi erano posti all'elevazione di gradi 15, e gli stoppacci erano ricalcati da due cannonieri, secondo-

chè si pratica in fazione, cioè con cinque colpi quello sopra la polvere, e con tre l' altro stoppaccio sopra la palla. Terminati gli spari non s'è osservata la minima alterazione nell' anima de' cannoni, onde tale durezza è stata considerata sufficiente per le artiglierie di bronzo, la qual determinazione è poi stata confermata da altre sperienze.

42. Rimane ultimamente a ragionare della terza maniera, con cui la polvere accesa rovina i cannoni (§. 32 n. 3).

Nelle guerre del 1733, e 1742 si ha avuto campo di esaminare molti cannoni di varie Nazioni rovinati in fazione dai saltellamenti delle palle, i quali, come risulta dai verbali, che dagli Uffiziali del Corpo Reale d'Artiglieria formati furono per dichiarare quelle artiglierie fuori di servizio prima di rifonderle, avevano prodotti molti incavi, solcamenti, crepature, e rigonfiamenti nelle pareti dell' anima, per cui, essendosi poi spezzate le palle entro il pezzo, ne avevan profondamente inciso il bronzo.

Per conoscere la cagione di somiglianti mali, convien sapere che, prima della metà del corrente secolo, usavasi

in molti Arſenali di laſciare a cura de' fonditori il formare il bronzo per le artiglierie, i quali, perchè non conoſcevano la neceſſità di avere tenacità, e durezza ſino ad un certo determinato ſegno, componevano il bronzo come a caſo in ciaſcheduno getto; onde una diverſità notabile ſoventi incontravaſi poi nella reſiſtenza delle artiglierie formate dallo ſteſſo fonditore.

Nel fare le ſperienze per l' approvazione de' nuovi cannoni s' adoperavano cariche, le quali occupavano una gran lunghezza nell' anima del pezzo: imperciocchè nel primo tiro ſi poneva tanta polvere da cannone, che uguagliava li $\frac{2}{3}$ del peſo della palla, nel ſecondo ſparo eſſa polvere corriſpondeva alli $\frac{5}{6}$, e nel terzo ſparo uguagliava il peſo della palla. Quindi avveniva che, quando il bronzo non era baſtantemente duro, ſi formava l' incavo orbicolare nel ſito dello ſtoppaccio poſto fra la polvere, e la palla, ſenza che del medeſimo ſi faceſſe caſo nell' approvare il pezzo. Sparavanſi poi i cannoni in fazione con una quantità

minore di polvere, di modo che nel caricarli la palla andava ſituarſi in quell' incavo, da dove nell' atto dello ſparo uſciva in una direzione neceſſariamente obbliqua all' anima; e quindi urtava nelle pareti in angoli d' incidenza maggiori a miſura, che più profondo era l' incavo, onde più preſto ſeguiva la rovina del pezzo.

43. Per accertarſi, che l' incavo orbicolare poſſa cagionare i diviſati mali dentro un cannone, baſta oſſervare il riſultamento delle ſperienze, che dagli Uffiziali del congreſſo del Corpo Reale d' Artiglieria fatte furono in maggio del 1753, ed in luglio 1759 alla batteria della Scuola pratica.

Per fare le prime ſperienze ſi formarono nel 1752 tre cannoni da ll. 16 in un medeſimo getto per averli omogenei nel bronzo compoſto ſecondo la lega ordinaria (§. 38), e queſti furono pure coſtrutti ſul medeſimo diſegno. Il ſolo divario, che trovavaſi in queſti pezzi, era nel diametro della bocca, di modo che, eſſendo diviſo in 8290 parti uguali il diametro della palla, il cannone del calibro più riſtretto aveva il diame-

tro di 8463 d'esse parti, quello del calibro mezzano era di 8505, ed il pezzo del maggior calibro aveva il diametro di 8580 di dette parti.

Si fecero pure costruire palle bene sferiche, e liscie, e s'adoperarono quelle solamente, che erano del preciso diametro di 8290 d' esse parti, e del peso di libbre 16; onde la proporzione tra il diametro della bocca e quello della palla era nel cannone del calibro più ristretto come 31 : 30, in quello del calibro medio come 27 : 26, e come 22 : 21 nel cannone del calibro più dilatato.

Si esposero questi pezzi ai soliti tre tiri di prova per vedere come fossero riusciti nel getto, caricandoli sempre con libbre 12 polvere da guerra, e sparandoli all' elevazione di gradi 15, dopo del che, avendoli esaminati, si trovò, ch' erano a dovere, e fra le altre cose s'osservò, che l'anima era ben configurata, come prima, fuorchè nel sito dello stoppaccio posto fra la polvere, e la palla, in cui eravi un incavo di poca considerazione, il quale era alquanto più profondo nel piano dell' anima, la qual profondità non fu però misurata,

perchè non era ancora ſtato ideato lo ſtrumento detto la *Scimia* (§.39). Terminato queſt' eſame, ſi conduſſero in maggio del 1753 i tre cannoni alla batteria della Scuola pratica, ove incavalcati ſopra le loro caſſe, che ſcorrevano ſopra ſtrati orizzontali, ſi ſpararono più volte colla carica di libbre 8 polvere da guerra, e, dirigendo i tiri al ſolito berſaglio, ſi facevano cinquanta ſpari alla mattina nel tempo di ore quattro, ed altrettanti nel dopo pranzo.

L' eſſenziale avvertenza conſiſteva nell' oſſervare in qual maniera ſi guaſtavano i cannoni; onde in principio ſi viſitavano di dieci in dieci ſpari; ma, quando ſi vide, che i danni nati nella parte dell' anima compreſa tra la bocca del pezzo, ed il ſito, ove poſava la palla, cominciavano aver biſogno d' un' attenzione più diſtinta, ſi viſitavano i pezzi dopo ciaſcheduno ſparo.

Procedendo col diviſato metodo, il primo fra i tre cannoni, che divenne fuori di ſervizio, fu quello del calibro medio, entro cui ſi oſſervarono alcuni piccioli incavi prodotti dall' urto delle palle fra i tiri 40, e 50; indi, accre-

ſcendoſi gl' incavi in grandezza ed in numero dai tiri 110 ai 120, ſi videro crepature interne, ed eſterne al pezzo, la bocca del quale divenne anche irregolare, finchè, aumentandoſi il numero, e la profondità degli incavi, le crepature interne, e le eſterne negli ſpari 126, 137, uſcì la palla ſpezzata in molte parti nel tiro 139; onde più non ſi continuò a ſparare queſto cannone, la cui gioia ſarebbeſi probabilmente ſtaccata nello ſparo ſeguente.

Il ſecondo cannone reſo inutile fu quello del calibro più riſtretto. Principiarono in queſto pezzo a manifeſtarſi alcuni incavi leggieri nell' anima dai tiri 50 a 60, ed altri nuovi ſolchi ſi videro dai tiri 110 ai 130, e indi dagli 160 a 170, i quali molto più profondi divennero ne' tiri 208, 209, 214, alcune crepature in eſſi incavi formandoſi, che ſi manifeſtarono anche eſternamente, le quali, diventando poi maggiori dai tiri 220 a 230, reſero il pezzo fuori di ſervizio nel tiro 233, in cui la palla uſcì ſpezzata in più parti.

Finalmente nel cannone del maggior calibro parecchi leggieri incavi formati

ſi ſono dai tiri 30 a 40, ed altri ſolchi ſono apparſi dagli ſpari 120 ai 130, i quali ſono creſciuti in numero, ed in profondità ne' tiri 219, 223, 224, 230 con picciole crepature interne, le quali ſi manifeſtarono poi eſternamente nel tiro 242, e, divenendo maggiori le crepature eſterne ne' tiri 246, 247, ſi credette ſuperfluo il più oltre ſparare queſto pezzo, abbenchè non foſſe ancora del tutto fuori di ſervizio.

44. Le altre ſperienze ſi fecero in luglio 1759 (§. 43) colli tre cannoni da ll. 16 deſcritti (§. 38), dopo che in eſſi ſi fu formato l'incavo orbicolare. Si ſpararono alcune volte queſti pezzi con libbre 8 polvere da guerra, dirigendo i tiri contro il berſaglio; e ſiccome nell' uſare queſta carica la palla andava ſituarſi nell' incavo ſuddetto, così è ſucceduto, che il cannone della lega T, la quale era meno dura delle altre due, ed in cui l'incavo era più profondo, ſia divenuto fuori di ſervizio in quattordeci ſpari, ſtantechè i ſaltellamenti delle palle avevano prodotto molti incavi, ſolchi, e rigonfiamenti nelle pareti dell' anima. Il cannone della lega R alquanto più dura, ed

in cui era men profondo l' incavo orbicolare, è divenuto fuori di servizio in trentauno sparo per causa pure de' divisati danni prodotti dai saltellamenti delle palle; e finalmente il cannone di lega ordinaria più dura delle altre due, ed in cui la profondità dell' incavo era poca, trovavasi ancora di qualche uso dopo cento e quaranta sei tiri, non ostante che l' anima fosse segnata da diversi urti prodotti dai saltellamenti delle palle.

45. Il risultamento delle sperienze fatte col cannone Sarcofago (§.36) fa poi vedere che, quando non si forma l' incavo orbicolare nell' anima, non succede nè meno il saltellamento delle palle, e che i tiri nel bersaglio riescono esatti. Le medesime cose si erano già osservate in tutti que' cannoni, che dal 1760 a questa parte, essendo stati costrutti colla nuova lega, erano poi stati adoperati annualmente alla batteria della Scuola pratica per l' ammaestramento de' cannonieri.

46. Per far vedere, che gli stessi vantaggi si sono pure ottenuti, allorchè si è accresciuto lo stagno nella lega ordinaria in modo, che è riuscita più dura delle due descritte (§. 43, 44), addur-

remo il risultamento degli spari fatti con quattro cannoni da ll. 16 stati gettati in questo Regio Arsenale nel 1748. Questi pezzi furono sparati tre volte ciascheduno all' elevazione di gradi $22\frac{1}{2}$ nelle sperienze per l'approvazione, nelle quali furono caricati secondo l' uso di que' tempi con polvere da cannone in quantità di $\frac{2}{3}$ del peso della palla nel primo sparo, di $\frac{5}{6}$ nel secondo sparo, e dell' intero peso della palla nel terzo sparo. Dopo questi tiri s' osservò, che l' anima de' quattro pezzi era esattamente liscia, e senza il minimo difetto come prima, onde si sono empiuti d' acqua, ed avendo tre di questi resistito anche a questa prova, furono accettati, e denominati Argo, Ettore, ed Epirro, de' quali si fece poi uso per più anni successivi alla batteria della Scuola pratica, perchè somministravano tiri molto esatti, e dopo d' essere stati sparati mille e più volte ciascheduno, s' osservò, che l' anima era ancora liscia, come prima, nè si vedeva il minimo segno, che fosse seguito qualche urto di palla. La

proporzione tra il diametro della bocca di questi pezzi, e quello delle palle adoperate è stata in alcuni anni come 21 : 20, ed in altri anni come 23 : 22, perchè s' adoperarono palle alquanto più grosse del solito calibro.

Il quarto pezzo fu rifiutato, stantechè nello sperimento dell'acqua uscivano frequenti gocce sotto il perno sinistro. Si fece di poi un camerino in fondo dell' anima di questo pezzo, ed otturato il primo focone, se ne praticò un altro corrispondente al cielo del detto camerino. Nel 1749. si condusse il pezzo alla batteria della Scuola pratica, ove si sparò 256 volte in tre giorni incavalcato sopra la cassa, che scorreva sopra uno strato orizzontale. Caricavasi il pezzo con libbre $5\frac{1}{3}$ polvere da guerra posta entro sacchetti di lana, e da due cannonieri ricalcavasi con cinque colpi lo stoppaccio sopra la polvere, e con tre colpi l' altro stoppaccio sopra la palla. La proporzione tra il diametro della bocca del pezzo, e quello delle palle adoperate era come 17 : 16, stantechè era

stato

ſtato trapanato più largo del dovere. Dopo queſti tiri, che riuſcirono aſſai eſatti nel berſaglio, ſi trovò, che l'anima era ugalmente liſcia come prima: dovendo quì aggiugnere, che non fu nè meno poſſibile di riconoſcere una benchè menoma alterazione nel ſito, da cui era gocciolata abbondevolmente l' acqua nello ſperimento per l' approvazione.

47. Alle ſperienze quì avanti deſcritte gioverà aggiugnere una particolare oſſervazione fatta nel 1737 in occaſione, che fu ordinato di fare la ſcuola dello ſparo del cannone in tutte le guarnigioni. A tal fine fù ſcelto nella Città di Valenza un pezzo colubrinato da ll. 6 gettato in Pavia nello ſcorſo ſecolo colle armi di Spagna, ed a cui era ſtato appoſto un grano, la qual coſa dimoſtrava, che queſto pezzo era già ſtato ſparato più volte; ciò non oſtante vedevaſi l' anima aſſai bene configurata, e liſcia, fuorchè nel fondo, ove ſi oſſervavano alcune ſcabroſità, le quali per altro non ritenevano il gatto in alcun modo. Queſto cannone fu ſempre caricato alla ſcuola ſuddetta con una libbra e mezza polvere da guerra poſta entro il pezzo

colla cucchiaia , e facevansi non meno di 24 spari in ciaschedun giorno di scuola nel tempo di ore 3 $\frac{1}{2}$ in circa, e la cassa scorreva sopra uno strato orizzontale. Scelte furono 60 palle più grosse del solito, ma però d' ugual diametro e peso, e competentemente liscie nella loro superficie , le quali servirono in tutta quella estate ; avvegnachè dopo gli spari si ricavavano dal bersaglio , il quale trovavasi nello stesso orizzonte del pezzo. La proporzione del diametro della bocca del cannone a quello della palla era come 36 : 35 , gli stoppacci erano al solito di fieno attortigliato, e fortemente ricalcati da due cannonieri con cinque colpi quello sopra la polvere , e con tre colpi l'altro sopra la palla. Terminata la scuola si esaminò attentamente il pezzo, e si osservò, che dopo 630 spari l' anima era liscia come prima, senza il minimo incavo, nè solco, essendo i tiri riusciti sempre assai esatti , poichè alla distanza di trabucchi 87 almeno una quarta parte de' tiri in ciascheduna scuola aveva colpito il bersaglio circolare di diametro piedi 1 $\frac{1}{2}$, non es-

ſendo gli altri tiri andati molto lontano dal ſegno.

48. Nel fin quì detto credo, che ſiaſi chiaramente dimoſtrata la neceſſità di comporre un bronzo, il quale abbia tenacità, e durezza a quel ſegno, che ſi conviene, affinchè, combinando queſte due proprietà fiſiche colle ſpeſſezze de' pezzi, s' ottengano artiglierie atte a reſiſtere alle forze, che tendono a rovinarle, e s'eviti nel tempo ſteſſo di fare i cannoni ſoverchiamente peſanti, e ſpecialmente quelli di gran calibro, acciocchè ſia meno difficile il maneggiarli (§. 32).

Se poi ſi uſeranno in fazione ſolamente le cariche ordinarie, s' otterranno con tale giudicioſa condotta i vantaggi deſcritti nell' Eſame della polvere, fra i quali ſono principaliſſimi quelli di avere i tiri eſatti, e di conſervare più lungamente le artiglierie.

CAPO III.

Di alcune altre cause, per cui succede l' urto della palla dentro il cannone.

49. Quantunque il bronzo di un cannone sia bastantemente duro per escludere l' incavo orbicolare, di cui si è sin ora ragionato, il pezzo non anderà con tutto ciò esente dagli urti della palla nelle pareti dell' anima, se non sarà costrutto, e adoperato coi dovuti riguardi.

Nelle sperienze (§. 45, 46, 47) i cannoni avevano i perni situati a dovere, l' anima era un esatto cilindro, le ruote della cassa erano uguali, e scorrevano sopra strati lisci, e le palle erano state scelte senza difetti: ma, qualora l' anima di un cannone sarà incurvata nella sua lunghezza, o che il pezzo si moverà irregolarmente nel tempo, che la palla scorre la lunghezza dell' anima, o che, per essere difettosa la palla, si svierà dalla direzione della detta anima, in tutte queste circostanze succederà l' urto, ognivoltachè la palla non si troverà inceppata fra gli stoppacci, e

ſuccedendo l' urto, ſi produrrà un incavo più, o meno profondo, dipendendo queſta profondità dalla durezza del bronzo, dalla attual velocità della palla nell' iſtante della colliſione, e dall' angolo d' incidenza, in cui ſuccede l' urto.

50. Che la palla nello ſcorrere la lunghezza dell' anima ſi trovi alcuna volta inceppata fra gli ſtoppacci in modo, che più non poſſa urtare nelle pareti, ſi deduce dalle ſeguenti oſſervazioni.

1.ª I tre cannoni adoperati nelle ſperienze (§. 43.) avevano nell' anima difetti atti a cagionare il ſaltellamento delle palle, ciò non oſtante pochiſſimi urti ſono ſucceduti ne' cento primi ſpari; e quantunque negli ultimi tiri tante, e tali foſſero le magagne inſorte nell' anima, che doveſſero ſuccedere urti violenti in ciaſcheduno ſparo, nulladimeno ſi ſono ancora fatti parecchi tiri, ne' quali non è ſeguita novità alcuna dentro i cannoni.

2.ª In altre ſperienze ſi è oſſervato, che la palla, eſſendo ronchioſa, aveva in un ſolo ſparo incavata nell' anima una linea retta continuata per un tratto aſſai eſteſo, effetto, che facilmente

si comprende non potersi produrre, salvo che la palla si trovi ristretta in modo, che non possa rotolare, nè mutare direzione.

Siccome nelle divisate osservazioni gli stoppacci adoperati erano di fieno attortigliato, così si scorge che, se per essi si useranno sempre materie molli a preferenza delle dure, s' impedirà talvolta l' urto della palla nelle pareti in que' casi, ch' esso dee succedere, perchè la palla si muove in una direzione diversa da quella dell' anima del pezzo.

51. Dagli effetti osservati nelle già citate sperienze (§. 43) si vede poi, che in molti spari la palla si muoveva liberamente dentro il pezzo, e che a seconda della sua direzione più, o meno obbliqua all' anima vi cagionava in un solo sparo incavi, ed altre deformazioni più, o meno notabili. Questo movimento libero della palla si concepisce aver luogo più sovente ne' tiri, che si fanno senza porre lo stoppaccio sopra la palla, come si pratica nelle batterie, che cacciano palle roventi, in quelle di briccola, ed anche nelle fazioni campali, allorchè si vuol fare un fuoco più celere.

52. I cannoni si gettano massicci, o pure coll'anima. Allorchè questi pezzi si gettano coll'anima, è necessario, che per essa si formi anticipatamente un cilindro da porsi dentro la forma del cannone. Questo cilindro si fa ponendo una lunga stanga di ferro su due appoggi fra loro molto distanti, intorno al quale s'adatta argilla impastata, e questa, dopo che ha acquistata quella figura cilindrica, che si vuol dare all' anima, si fa cuocere. Ora avviene, che per questa cuocitura, facendo talora gli operai un fuoco eccessivo, la stanga s' incurva verso il mezzo di sua lunghezza; e specialmente quando è sottile, come appunto lo sono per necessità quelle da ll. 4, 8, e 16; onde, mettendosi questo cilindro entro la forma, si produce poi nel getto un' anima storta, nè è valevole a correggere un somigliante errore il trapano, con cui si dilata poi l' anima del pezzo per renderla del giusto calibro.

Gli Uffiziali del Corpo Reale d'Artiglieria, avendo visitato nel 1759 quarantasei cannoni da ll. 8, e 16 gettati coll' anima, trovarono, che ventidue di questi avevano l' anima incurvata per l'es-

tensione di dodeci in tredeci diametri della bocca, e che la massima incurvatura era di $\frac{3}{72}$ di un' oncia in alcuni di essi, e di $\frac{5}{72}$ ne' rimanenti.

Col gettare i cannoni massicci per indi trapanarli si schivano somiglianti inconvenienti, e l' anima riesce un esatto cilindro retto, e concentrico al pezzo, ognorachè il meccanismo per quest' operazione è aggiustato a dovere.

53. Uno de' maggiori difetti, che incontrare si possa in un cannone, è l'avere i perni troppo vicini al suo centro di gravità: imperciocchè nello sparare somiglianti pezzi succede sempre, che la culatta rimbalza da basso in alto in modo tale, che i tiri riescono disordinati, ed assai più corti del dovere, urtando sovente la palla nel cielo dell'anima, il qual rimbalzo riesce poi maggiore, allorchè i cunei di mira sono molto elastici.

Quegli altri movimenti irregolari, che talvolta succedono nello sparare i pezzi costrutti coi dovuti riguardi, nascono o dall' inegualità delle ruote, o da quella del suolo.

54. I vizi, che aver possono le palle, sono le inegualità nella loro sfericità, la superficie molto ronchiosa, ed i gran vani interni eccentrici alla figura.

Che le inegualità nella rotondità delle palle, e le prominenze considerabili nella superficie idonee sieno a mutare la direzione della palla, allorchè questa rotola lungo il piano dell' anima, è cosa nota per le osservazioni più familiari, e, da quanto si è detto nella Dinamica, si comprende facilmente, che i gran vani interni eccentrici alla figura della palla possono anch' essi alterarne la direzione nel movimento di trasporto, o farla rotolare, ognivoltachè essa scorra liberamente sul piano dell' anima.

Finalmente, se avverrà, che la palla nello scorrere entro il cannone passi sopra uno stecco, o sopra qualche altro corpo estraneo, verrà per tale accidente sviata dalla primiera direzione, e seguirà l' urto nelle pareti dell' anima.

CAPO IV.

Del Vento delle Artiglierie.

55. La durezza del bronzo e del ferro, e la difficoltà somma di dare un esatto liscio, ed una perfetta rotondità alle palle da cannone sono i motivi, per cui in fazione non è fattibile di usare palle, che si adattino esattamente nell' anima del pezzo, come si pratica colle palle di piombo nelle carabine rigate; onde fa di mestiere dare vento alle artiglierie, facendo a tal fine il diametro della bocca del cannone maggiore di quello della corrispondente palla.

Quest' istessa riflessione fa pure conoscere, che la proporzione fra essi due diametri dee esser tale, che, incontrandosi qualche irregolarità nelle pareti dell' anima, o nella superficie della palla, non possa questa inceppparsi, e succedendo, che s' impegni per causa di qualche corpo straniero, che accidentalmente s' incontra nell'anima, si possa facilmente disimpegnare la palla col mezzo della cucchiaia, o di qualche altro equivalente ripiego.

56. Se l' accensione, e l'abbruciamento della polvere entro i pezzi d' artiglieria succedesse con una legge costante, il vento ridotto al divisato termine (§. 55) soddisfarebbe al bisogno per tutti i riguardi; ma perchè questa legge è modificata dalla diversa affluenza dell' aria intorno i granelli della polvere, dall' essere la medesima quantità disposta in cilindri di diverso diametro, e da altre cause descritte nell'Esame della polvere, così d' uopo è esaminare se la grandezza diversa nel vento abbia qualche influenza nel modificare l' accensione, e l' abbruciamento della carica entro i cannoni.

Fra i diversi riscontri addotti nel detto Esame per dimostrare la realtà delle divisate modificazioni uno ne abbiamo dato (§. 111), nel quale si determina quanto la differente ampiezza del focone contribuisca a variare la forza della polvere nelle canne da schioppo. La seguente sperienza fa vedere, che nei cannoni l'accensione della carica, ed i suoi effetti sono anche variati dall' ampiezza del vento.

57. In luglio del 1759 il fu Commendatore De-Vincenti Colonnello del

Corpo Reale d' Artiglieria procedette alle seguenti sperienze coll' intervento degli Uffiziali. Scelti furono due quarti di cannone d' ugual peso, e lunghezza, ma d' inegual diametro nella loro bocca, di modo che, essendo uno di questi diametri, che chiameremo A, diviso in 813 parti uguali, l' altro diametro, che chiameremo B, era di 819 d' esse parti. Questi pezzi furono sparati in una direzione orizzontale, ed incavalcati sopra le loro casse scorrevano sopra uno strato di tavole pure orizzontale. Le palle adoperate erano di due sorte, e andavano a cascare di primo lancio sopra un piano più basso dell' asse del pezzo piedi $2\frac{3}{4}$ in circa. Le palle della prima sorta avevano il diametro = C di 784 delle divisate parti, e pesavano libbre $16\frac{1}{3}$, e il diametro di quelle della seconda sorta, che chiameremo D, era 774 d' esse parti, e pesavano libbre $16\frac{1}{6}$. Adoperavasi polvere da guerra di grano ordinario in peso di libbre 5 in ciascheduna carica posta entro sacchetti di lana, a fine di averla

ſempre raccolta entro il cannone allo ſteſſo modo. Gli ſtoppacci erano fatti con filaccia di corda vecchia , e ricalcati da due cannonieri con tre colpi di calcatore quello ſopra la polvere , e con due l'altro ſopra la palla. Procedendo con tal metodo ſi è ottenuto il ſeguente riſultamento.

Lunghezza de' tiri.

	Tiri.	Del cannone A.	Del cannone B.
Colle palle del diametro C.	1.°	piedi *336	piedi 444
	2.°	. . 353	. *352 $\frac{1}{2}$
	3.°	. . 349 $\frac{1}{2}$	. . 435 $\frac{2}{3}$
	4.°	. . 353 $\frac{1}{4}$	. . 436
	5.°	. . *399 $\frac{2}{3}$	. . 442 $\frac{1}{3}$
	6.°	. . 351	. *379 $\frac{1}{2}$
Colle palle del diametro D.	1.°	. . 394 $\frac{1}{3}$	. . 354 $\frac{2}{3}$
	2.°	. . *344	. *379
	3.°	. . 403 $\frac{2}{3}$	. . 355 $\frac{2}{3}$
	4.°	. . 397	. . 355

Terminate le ſperienze ſi ſono eſaminati i cannoni internamente, e ſi è oſſervato, che l' anima era liſcia come prima, di modo che non ſi ha luogo a ſoſpettare, che le lunghezze de' tiri ſieno ſtate alterate dall' avere urtato le palle nelle pareti dell' anima.

58. Confrontando i diametri della bocca de' due pezzi con quelli delle palle adoperate, ſi hanno in numeri rotondi le ſeguenti proporzioni nel vento.

Per le palle della prima ſorta

$A : C = 28 : 27$

$B : C = 23 : 22$

Per le palle della ſeconda ſorta

$A : D = 20 : 19$

$B : D = 18 : 17$, e ſcrivendo corriſpondentemente a queſte proporzioni le medietà de' tiri diſtinte in due colonne, in una delle quali ſi comprendono i tiri irregolari ſegnati nell' antecedente paragrafo coll'aſteriſco *, ed eſcludendo queſti tiri nell' altra colonna, ſi ha

Medietà de' tiri.

Proporzioni nel vento.	Compresi gli irregolari *	Esclusi gli irregolari.
28 : 27	piedi 357	piedi 351 $\frac{1}{2}$
23 : 22	. . . 415	. . . 439 $\frac{1}{2}$
20 : 19	. . . 384	. . . 398
18 : 17	. . . 361	. . . 355

Da questo confronto si ricava

1.° Che, sparando i Quarti di cannone nelle circostanze descritte (§. 57), si dà una proporzione nel vento, in cui s'ottiene la massima velocità della palla, ed è quella di 23 : 22.

2.° Che la divisata proporzione si dee considerare per la più vantaggiosa, giacchè, nel somministrare la massima velocità iniziale, esclude in pratica l'inceppamento della palla entro il pezzo (§. 55).

3.° Che, allontanandosi per eccesso, o per difetto da tale proporzione, si scapita nella velocità iniziale.

59.

59. Se le proporzioni divisate (§.58) si rapporteranno a un diametro fisso, e per esempio a quello, che già trovasi stabilito nella nostra sagoma per le palle da libbre 16, e si supporrà, che il diametro del cannone corrispondente stia a quello d' essa palla come 23 : 22, si troverà

1.° Che, usando in questo cannone palle di un diametro minore corrispondente nella sagoma a quello di libbre 15 $\frac{1}{2}$, si scapiterà di $\frac{1}{15}$ in circa nella velocità iniziale.

2.° Che, usando palle di un diametro corrispondente a quello di libbre 15, si scapiterà di $\frac{1}{8}$ in circa nella detta velocità.

3.° Che, adoperando palle di un diametro maggiore corrispondente a quello di libbre 16 $\frac{1}{2}$, lo scapito nella detta velocità sarà di $\frac{1}{5}$ in circa.

60. La Sagoma dell' Artiglieria è stata stabilita, come già si disse altrove,

per valersene come di una misura precisa, ed invariabile, cui rapportare i disegni delle armi da fuoco, e delle palle, per individuare il preciso calibro delle medesime, e per riscontrare, se le palle, ed i cannoni di nuova fondita sono stati costrutti colle debite misure, affinchè s'allontanino, quanto più sia possibile, gl'inconvenienti, che facilmente nascerebbero in tempo di guerra, ognivoltachè non si usassero le necessarie precauzioni e diligenze; essendo più d'una volta succeduti gravi disordini, e specialmente quando costruivansi cannoni de'calibri approssimanti, cioè a dire da libbre 15, da libbre 16, e da libbre 17, ed è appunto a fine di rendere come impossibile ogni equivoco, che i calibri de' nuovi cannoni sono presso noi stati fissati nell'anno 1726 a libbre 32, 16, 8, e 4.

L'esattezza, che s'intende di conseguire per mezzo della sagoma, e gli inconvenienti, che si ha in mira di prevenire, non impediscono però, che non si faccia uso di quelle palle, il cui diametro s'allontana qualche poco dalla detta sagoma (§. 59), ognorachè fra le prov-

visioni di un Arsenale, o di una Fortezza s' incontreranno somiglianti palle, purchè in questo uso si proceda coi seguenti riguardi.

1.° Che si usino le divisate palle solamente quando, per ottenere l' effetto desiato, non è necessaria la massima velocità iniziale, come avviene negli assedi, allorchè si spara contro i lavori nascenti dell' assalitore, o che si tratta di smontare le artiglierie nemiche, e così ancora si potranno usare utilmente esse palle nelle batterie di briccola, ed in quelle delle palle infuocate.

2.° Che, incontrandosi palle calanti d' inegual diametro, se ne faccia prima la separazione col distinguerle nelle loro categorie, affinchè s' adoperino prima quelle di un medesimo diametro, e indi si faccia uso delle altre. Imperciocchè, se si adopereranno alla rinfusa palle d' inegual diametro, si scapiterà notabilmente nell' esattezza de' tiri, cosa, che, come già si disse in più luoghi, si dee assolutamente evitare, poichè a nulla più serve l' arma, tosto che il tiro fallisce il bersaglio.

61. Ricavasi dalla parte istorica dell' Artiglieria, che di tempo in tempo siasi eccitata quistione intorno il vento fra gli Artiglieri di parecchie Nazioni, e che l'essere andati molti cannoni in rovina per causa del saltellamento delle palle entro il pezzo siasi da alcuni attribuito a una disconveniente proporzione fra i diametri della bocca del cannone, e della corrispondente palla; ma, qualora si è trattato di spiegare come ciò avvenisse, e di determinare la proporzione, in cui sfuggire si potessero i divisati danni, dopo varie riflessioni insussistenti, chi nel vento più ristretto, e chi nel dilatato ha creduto trovare il riparo.

La falsa opinione, che la polvere accesa si convertisse in altrettanti raggi infuocati, i quali nel loro movimento seguissero la legge stessa de' raggi solari, aveva nello scorso secolo fatta configurare a guisa di altrettanti specchi ustorj le camere de' mortai. Questa stessa opinione aveva pure dato luogo a credere, che la palla fosse spinta obbliquamente entro il cannone dai supposti raggi, ognivoltachè il focone trovavasi nel ciel dell' anima; onde, per togliere il supposto in-

conveniente, fu ideato il camerino in fondo dell' anima del pezzo. Per altro una breve rifleſſione intorno i fenomeni, che davano motivo alla quiſtione, baſtava a far conoſcere, che la cauſa del ſaltellamento ſuddetto ſi doveva ripetere da tutt' altro, che dalla proporzione nel vento, e dalla poſizione del focone; giacchè fra i cannoni dello ſteſſo calibro, e vento, e caricati preciſamente allo ſteſſo modo, alcuni di eſſi trovavanſi ancora illeſi dopo molti ſpari, mentre altri erano andati in rovina in pochi tiri per cauſa del diviſato ſaltellamento.

62. Il vento delle artiglierie, eſſendo un mero ſpazio, altra proprietà non può avere, ſe non quella di ammettere il movimento de' corpi in eſſo poſti, qualunque ſia la direzione, in cui vengano i medeſimi ſpinti da una forza movente.

L'eſito delle ſperienze deſcritte (§. 45, 46, 47) fa poi toccar con mano che, qualunque ſia la proporzione nel vento fra il cannone, e la palla, non ſegue verun diſordine nell' anima del pezzo; e i tiri rieſcono ben aggiuſtati al berſaglio, ognivoltachè il bronzo è duro baſtantemente, che il cannone non ſi muove

irregolarmente nell' atto dello ſparo, che l' anima è ben diritta, e che s' adoperano palle ſenza difetti. Dalle ſperienze regiſtrate (§. 42, 43, 44) non meno che dalle coſe dette nel capo precedente ſi raccoglie poi che, mancando in un cannone taluna delle diviſate neceſſarie circoſtanze, ſegue l' urto della palla nelle pareti dell' anima, qualunque ſia la proporzione nel vento, con queſto divario però che, ſe la palla principierà a moverſi in una direzione obbliqua all' anima, l' urto ſuddetto ſuccederà più facilmente, ed eziandio ſi ripeterà a miſura che il pezzo avrà minor vento, o che l' anima ſuddetta ſarà più lunga, la qual coſa ſi dimoſtra facilmente col ſemplice ragionamento.

63. La teoria data nell' Eſame della polvere intorno l' accenſione ſua, e l' intero abbruciamento eſclude qualunque idea de' raggi infuocati (§. 61), e dimoſtra, che la forza maggiore manifeſtata da una medeſima quantità di polvere abbruciata entro capacità di figura diverſa naſce o dall' eſſere tutta la polvere più vicina al focone, onde rieſce poi più copioſa l' accenſione de' granelli, o pure dall' incon-

trare il primo fluido, che ſviluppaſi nel ſito della carica; minor sfogo verſo la bocca del pezzo; perocchè, divenendo più intenſo il fuoco entro la capacità, maggior quantità di fluido ſviluppaſi in un dato tempo, o finalmente dalla combinazione d'ambedue queſte circoſtanze, ſupponendo uguali tutte le altre rimanenti. Per la qual coſa le camere curvilinee de' mortai deſcritte nel libro primo dell' Artiglieria pratica, incontrandoſi in circoſtanze favorevoli al più pronto, e più copioſo abbruciamento, debbono le medeſime, e più ſegnatamente la sferica ſomminiſtrare tiri maggiori della camera cilindrica. Per dimoſtrare con una ſperienza ſempliciſſima che la proprietà, che hanno gli ſpecchi uſtorj, di raccogliere i raggi ſolari, a nulla ſerve per accreſcere la forza della polvere, che entro i medeſimi ſi accende, addurremo quella, che fatta fu in Torino nel 1730 con due cannoni da ll. 16 coſtrutti a bella poſta. Nel fondo C D dell' anima F C D G era ſtato incavato lo ſpecchio uſtorio parabolico C A D, in cui l' aſſe AB era triplo del diametro FG della bocca del pezzo; il di cui fo- TAV. I, FIG. 2.

cone corriſpondeva all' ombelico della parabola. L' altro cannone era del preciſo diametro, peſo, e della preciſa lunghezza del primo, ed aveva l' anima cilindrica, come FKLG, col focone ſituato in fondo della medeſima. Eſſendo queſti due pezzi ſtati caricati allo ſteſſo modo, e con tanta polvere da guerra, che empieva preciſamente lo ſpecchio uſtorio, ed eſſendo ſtati ſparati all' elevazione di tre punti di ſquadra, è riſultato, che i tiri provenuti dallo ſpecchio ſuddetto erano trabucchi 140 più corti di quelli ſomminiſtrati dall' altro pezzo coll' anima cilindrica.

CAPO V.

Della figura, e della lunghezza dell' anima delle Artiglierie.

64. Gli effetti, che colle Artiglierie ſi deſidera conſeguire nelle diverſe impreſe militari, ſono que' motivi, che induſſero i noſtri Predeceſſori a configurare, e proporzionare queſte armi in varie maniere, ed a coſtruirne di diverſo peſo, e calibro, la qual coſa ha anche dato

luogo fra gli Italiani a diſtinguere i cannoni dello ſteſſo diametro, e della medeſima lunghezza in *Artiglieria peſante*, ed *Artiglieria leggiera*, eſſendo il peſo di queſt' ultima minore di quello dell'altra, come quì ſi oſſerva

Peſo de' cannoni dell' ordinaria lunghezza.

Cannoni.	Dell' Artiglieria peſante	Dell' Artiglieria leggiera.
Da ll. 32	Rubbi 360	Rubbi 300
16	205	175
8	110	95
4	60	50

S' adoperano i cannoni dell' Artiglieria peſante nelle fazioni militari di lunga durata, come ſono gli aſſedi delle fortezze ben provvedute, e difeſe, e ſi deſtinano al ſeguito di un' armata i cannoni dell' Artiglieria leggiera per ſervirſene nelle fazioni, che durano poche ore, come ſono le battaglie, l' attacco alla ſcoperta de' ſiti trincerati ec. Si fa pure uſo

di queste Artiglierie negli attacchi violenti, che talora s' imprendono contro qualche città, o borgo chiuso da una semplice muraglia.

65. La figura ordinaria delle anime de' cannoni è la cilindrica, la cui lunghezza contribuisce fino a un certo segno ad accrescere la velocità iniziale, con cui la palla è cacciata dal pezzo, e quindi a somministrare tiri più lunghi, ed efficacia maggiore nella palla per distruggere i bersagli (Esame della polvere).

Dalla sperienza risulta in una maniera concludentissima che i cannoni, i quali s' adoperano a tempi nostri negli assedi, sono più corti di ciò esigesi, affinchè la palla sia cacciata colla velocità massima, che ricever può dalla maggior carica di fazione, e che, se la lunghezza de' pezzi cavar si vuole dalla detta massima velocità, si ha un cannone talmente lungo, che pel suo peso più non è maneggevole, se è di gran calibro. La replicata sperienza ha pure dimostrato, che co' cannoni molto lunghi altre volte fabbricati i tiri non erano aggiustati, e che la palla urtava frequentemente nelle pareti dell' anima, e spe-

cialmente vicino alla bocca. Per questa ragione simili pezzi sono divenuti ben presto inutili, allorchè in questo secolo sono stati caricati con polvere da guerra; poichè l' urto della palla nel mentovato sito era assai più veemente di ciò succedesse, quando polvere più debole usavasi, e che la carica occupava maggior lunghezza nell' anima: per la qual cosa, affinchè un cannone possa lungamente durare in fazione, e dare tiri aggiustati (§. 9), convien fare la sua lunghezza minore di quella de' pezzi antichi; ma, se questa lunghezza si raccorcerà troppo ne' pezzi, che si sparano dalle cannoniere, succederà, che la vampa della polvere accesa ne distruggerà le spalle massimamente coi cannoni di gran calibro; onde negli assedi ne verrà e perdita maggiore d'Artiglieri, e ritardo notabile nel maneggio del pezzo; oltrechè si sminuirà senza veruna necessità la velocità iniziale delle palle, e quindi la lunghezza de' tiri, l' efficacia di questi nel bersaglio, e più facilmente si potrà errare nel livellare il pezzo.

66. La lunghezza delle anime de' cannoni di bronzo, che si sparano dalle can-

noniere, dopo d'eſſere ſtata più volte variata preſſo le differenti Nazioni d' Europa, ſi trova ora quaſi da per tutto, come di comun conſenſo, ridotta alle ſeguenti miſure,

Lunghezza dell' anima.

	Cannoni.	Diametri della bocca.	Piedi.
da ll.	32	N.° 20	5 : 11 : 4
	16	23	5 : 7 : 1
	8	25	4 : 8 : 1
	4	27	4 : 0 : 2

e tali pezzi diconſi *dell' ordinaria lunghezza*.

Allorchè la lunghezza di un cannone è maggiore dell' accennata, il pezzo diceſi *colubrinato*, o ſemplicemente *colubrina*, e, ſe la lunghezza è minore, il cannone diceſi *corto*.

TAV. I. FIG. 2. Se dalla ordinaria lunghezza BF di un pezzo di qualſivoglia calibro ſi detrarranno tre diametri pel ſito BC occupato da una carica ordinaria di polvere, e la rimanente porzione CF ſi dividerà in

quattro parti uguali ne' punti H, G, K, e ſi farà FL = FK, ſi potrà conſiderare BL come la maggior lunghezza, che dare convenga alle colubrine, affinchè ſieno meno eſpoſte agli inconvenienti deſcritti nell' antecedente paragrafo. Se poi dalla BF ſi leverà KF, la rimanente BK ſi conſidererà come la minor lunghezza, che dar convenga ai pezzi corti coll' anima cilindrica.

67. Allorchè i cannoni da ll. 32, 16, 8, e 4 dell' ordinaria lunghezza (§. 66) ſi ſparano colle cariche di fazione, e cogli ſtoppacci ricalcati in tutti i pezzi colla ſteſſa forza, ſi trova, che la velocità iniziale delle palle del corriſpondente calibro rieſce maggiore a miſura, che queſte ſono di un calibro minore; ma, ſe queſti cannoni nel diviſato modo caricati ſi ſpareranno in circoſtanze tali, che le palle, prima d'incontrare il terreno, abbiano a ſcorrere un lungo ſpazio, ſuccederà per cauſa della reſiſtenza dell' aria più efficace relativamente nelle palle di minor calibro; ſuccederà, dico, che le palle di maggior calibro uguaglieranno, ed anche ſupereranno la lunghezza del tiro delle altre di calibro minore, ſecon-

dochè maggiore sarà lo spazio scorso, come osservasi nel seguente risultamento, in cui i pezzi, come sovra, caricati, e sparati nella direzione orizzontale, cacciando le palle sopra tre diversi orizzonti più bassi della bocca de' cannoni, hanno somministrato i tiri delle seguenti lunghezze.

Orizzonti più bassi del sito, in cui erano collocati i pezzi.

Cannoni.		Piedi 2.	Piedi 60.	Piedi 340.
Da ll.		Lunghezze de' tiri.		
32	Piedi	390	1860	3600
16		408	1880	3490
8		415	1840	3265
4		424	1785	3030

Negli sperimenti registrati (Esame della polvere §. 101), ed in quegli altri fatti a Dunkerque descritti in parecchi libri Francesi si osserva, che in quelle circostanze le lunghezze de' tiri sono riuscite maggiori nei pezzi di gran calibro.

Queste ultime sperienze fatte furono con cannoni da ll. 24, 16, 12, 8, e 4 di Francia, che ai calibri Piemontesi di ll. 32, 21 $\frac{1}{3}$, 16, 10 $\frac{2}{3}$, e 5 $\frac{1}{3}$ corrispondono. Tutti questi cannoni erano lunghi dieci piedi Parigini, o sia piedi 6 $\frac{1}{3}$ circa Torinesi, ed erano caricati con tanta polvere, che uguagliava due terzi del peso della corrispondente palla, ed essendo stati sparati coll' elevazione di gradi 45, hanno somministrato i tiri delle seguenti lunghezze.

Lunghezze de' tiri.

		Tese di Francia.	Trabucchi di Piemonte.
Cannoni de'calibri Francesi	Da ll. 24	2250	1422 $\frac{5}{6}$
	Da ll. 16	2020	1277 $\frac{1}{3}$
	Da ll. 12	1870	1182 $\frac{1}{2}$
	Da ll. 8	1660	1049 $\frac{2}{3}$
	Da ll. 4	1520	961 $\frac{1}{6}$

68. Risultando per tanto dalle accennate sperienze, e da qualsivoglia altra convenientemente maneggiata, che nelle grandi distanze la lunghezza del tiro coi pezzi ordinari di gran calibro riesce maggiore di quella delle colubrine di picciolo calibro, si fa manifesto che, per avere tiri molto lunghi, è inutile l'adoperare colubrine di picciolo calibro, potendosi usare queste armi con vantaggio solamente in quelle circostanze, nelle

quali

quali, non eſſendo troppo grande la diſtanza, ſomminiſtrano tiro equivalente a quello de' pezzi ordinari di gran calibro, ed allorchè non ſi tratta di rovinare berſagli di molta conſiſtenza. Di queſta ſpecie ſono i ſagri colubrinati, che ſi mettono nelle Piazze di pianura, o in altre fortezze alquanto elevate per tenere in dovere, ed inquietare l' inimico tutto d' intorno con riſparmio di munizioni, e di uomini per maneggiare queſte colubrine.

69. L' uſo delle colubrine di gran calibro dee aver luogo ſolamente in caſi neceſſari: per eſempio ſe ne può mettere qualcheduna da ll. 32. in certe Piazze montane, allorchè i ſiti limitati, ne' quali ſi prevede, che l' aſſalitore ſarà obbligato di collocare il parco dell' artiglieria, o il depoſito de' materiali per la trincea, poſſono eſſere battuti ſolamente da queſti cannoni. Di conſimili pezzi ſe ne può pur mettere qualcuno nelle Piazze maritime per tenere in dovere le navi, e additare ſino a qual ſegno s' eſtende nel mare la giuriſdizione, e il dominio della fortezza. In vece di queſte colubrine ſi uſavano altre volte cannoni del medeſi-

mo calibro, e di ordinaria lunghezza, in fondo ai quali eravi una camera sferica col diametro maggiore di quello della bocca del pezzo. Somiglianti pezzi somministravano tiro uguale, ed anche maggiore di quello s' otteneva dalle mentovate colubrine. Questo caso è il solo, in cui adoperar convenga i cannoni colla divisata camera, l' uso de' quali dee essere riprovato in tutt' altra circostanza.

Per servirsi con vantaggio di questi pezzi, è poi necessario rinforzarli finchè basti, e collocare i perni in sito tale, che nello sparo non si disordini il tiro. La cassa di questi pezzi dee essere costrutta in modo, che si possa sparare situando il cannone in una elevazione maggiore di quella, che avere si può nelle casse costrutte secondo le solite maniere.

70. Parimente nella difesa di una fortezza si potranno usare cannoni corti di gran calibro, e coll' anima cilindrica solamente in casi necessitati, come a dire quando non si ha sito pel rinculare, e pel maneggio de' pezzi in quelle parti di fortificazione, che assolutamente ne debbono essere fornite; poichè, come già s' è detto, la vampa nello sparo rovina facilmente le spalle

delle cannoniere. Se poi da questi siti basterà sparare col cartoccio, si potranno in tal caso adoperare i cannoni *Petrieri* volgarmente detti Spacciafossi, gli Obici, e simili, i quali, se bene siano più corti de'cannoni ordinari, non possono però cagionare l'accennata rovina nelle spalle delle cannoniere, quantunque siano di un gran calibro, per causa della tenue carica, che relativamente al loro calibro può contenere la camera cilindrica situata nel fondo dell' anima, avvegnachè il diametro di questo supera di gran lunga quello della camera.

71. Un' armata destinata a guerreggiare in paese piano ed unito aver dee al suo seguito un traino d'Artiglieria leggiera (§. 64) composto coi Sagri da ll. 8, e con alcuni Quarti da ll. 16. dell' ordinaria lunghezza; e se si prevede, che nel corso della campagna debba l'esercito fortificare alcuni posti, o assalire improvvisamente qualche sito chiuso da un recinto semplice, o da fortificazioni occasionali, si destinano pure alla disposizione del Capitano generale alcuni pezzi di maggior calibro, che si depositano poi in qualche

città, o borgo chiuſo in vicinanza dell' armata.

A fine poi di avere più ſaldi nell' atto dello ſparo i cannoni dell'Artiglieria leggiera, baſterà collocarne i perni più vicino alla bocca del pezzo.

72. Qualora l' armata guerreggia fra i monti, od in altri paeſi, ne' quali l'anguſtezza, o la ripidezza delle ſtrade rende quaſi che impoſſibile l' uſo de' carreggi, ſi deſtinano alla diſpoſizione del Capitano generale alcuni cannoni di ferro per eſſere anticipatamente collocati in que' poſti fiſſi, che il medeſimo penſa di difendere per via di diſtaccamenti, o con una porzione del ſuo eſercito, e ſi tralaſcia di aſſegnare un traino d' artiglieria al ſeguito dell' armata, ſalvo che le circoſtanze del locale, e la maſſima principale, ſu cui il Generale regolar dee le principali operazioni della campagna, facciano conoſcere l' utilità di avere un conſimile traino d' artiglieria. In ſomiglianti riſcontri ſe per ſuperare le difficoltà delle ſtrade ſarà neceſſario di uſare pezzi corti (§. 66), converrà accomodarſi alla neceſſità, coll' avvertenza però di non praticare giammai nel fondo

dell' anima veruna camera, il cui diametro ecceda quello della bocca del cannone, avvegnachè i tiri di somiglianti pezzi riescono affatto disordinati, e quindi contrari al fine, per cui si fa uso delle artiglierie.

Il desiderio di avere cannoni al seguito delle armate, che guerreggiano in paesi alpestri, fece già ideare nello scorso secolo una gran varietà di cannoni corti, e molto leggieri, e di un calibro minore di libbre 4. La sperienza ha di poi fatto conoscere, che consimili pezzi non somministravano que' vantaggi, che i loro inventori eransi prefisso, e che, oltre l' inutile spesa, cagionavano sovente imbarazzo nelle disposizioni, e nei movimenti dell' armata.

73. Qualora si può avere ghisa molto tenace, se ne formano cannoni per situarli nelle Piazze di poca considerazione, e nelle fortificazioni occasionali di campagna, e se ne destina pure un certo numero nelle Piazze riguardevoli per essere collocati in que' siti, dai quali non occorre fare un fuoco continuato. Questi pezzi si fanno due diametri più corti di quelli di bronzo dello stesso calibro, av-

vegnachè la sperienza ha fatto vedere che, quando sono molto lunghi, facilmente la gioia si stacca dal colletto, ed è questo il motivo, per cui non si fanno colubrine di ghisa.

Que' cannoni di ferro, che si usano poi nelle navi da guerra, si fanno più corti, e sono a un di presso delle lunghezze assegnate (§. 66) per li cannoni corti di bronzo, a fine di poterli caricare di dentro della nave con maggior comodo, ed a coperto delle moschettate nemiche.

La minor velocità iniziale delle palle cacciate da queste armi non si considera come cosa di conseguenza; avvegnachè i bastimenti possono avvicinarsi al segno, che si richiede, per bucare colle loro cannonate da parte a parte la nave nemica.

74. Nello stabilire la lunghezza degli schioppi per la fanteria si prescinde pure fino a un certo segno dalla maggior velocità iniziale, che la palla può acquistare nella maggior lunghezza della canna. Il minor limite in questa lunghezza dee essere determinato dalla considerazione di tutte le maniere di combattere,

che si vogliono praticare, a fine di schivare gl' inconvenienti, che s' incontrano nelle fazioni con un' arma troppo corta, o troppo lunga, e perchè il fantaccino possa essere sicuro del buon uso del suo schioppo (§. 7).

Essendo i Dragoni truppa destinata a combattere ora cavalcando, ed ora a piede, secondochè occorre, dee perciò il loro schioppo essere di qualità non inferiore a quello de' fantaccini, a cui hanno a far fronte. All' opposito le carabine e le pistole della cavalleria, essendo armi destinate per combattimenti leggieri, e per iscaramucciate, non esigono tante riflessioni; per la qual cosa la loro lunghezza si determinerà, avendo riguardo solamente alla facilità, e al comodo di potersene servire cavalcando.

75. Dovendo servire i mortai a produrre effetti diversi nella guerra, secondo le diverse occorrenze, ne sono stati già da gran tempo fabbricati di differente calibro, figura, e proporzione, contandosi fra i più grossi, che altre volte sono stati adoperati per le bombe, quelli del diametro di un piede, e fra i mi-

nori quelli di $\frac{1}{3}$ di piede di calibro, che mortai da granate Reali s'appellano. Da qualche tempo a questa parte i mortai da bombe del maggior calibro non oltrepassano $\frac{3}{4}$ di un piede in diametro, ed i più comuni sono del diametro di once $7\frac{1}{2}$ in circa.

76. Se bene l'interna figura de' mortai sia tale, che il fluido elastico sviluppato nella camera riesca molto dilatato, allorchè distendesi nella volata, nulladimeno la pressione di questo fluido è ancora idonea ad accrescere la velocità della bomba, se la carica adoperata non è delle più picciole, la qual cosa succede più segnatamente nei cannoni petrieri, negli obici lunghi, ed in altri simili pezzi, i quali in riguardo all' interna figura si possono coi mortai di camera cilindrica paragonare.

Si sparano i mortai con una elevazione sopra l' orizzonte maggiore di gradi 15, e si conosce nascere principalmente da due cause lo sviamento de' tiri, per quanto dal mortaio dipende;

e poichè ſommamente importa l' impedire sì fatto ſviamento, così d' uopo è additare tali cauſe, e la maniera di evitarle, o almeno di ſminuirne gli effetti. La prima di queſte cauſe conſiſte negli ſvari, che facilmente commette il bombardiere nel caricare il pezzo da uno ſparo all' altro, quando troppo lunga è la volata del mortaio. La ſeconda cauſa è il rinculare del mortaio nell'atto dello ſparo traſverſalmente alla direzione del tiro; da ciò avviene che, quando per la troppa lunghezza nella volata la bomba ancora non è uſcita dal mortaio nel tempo, che queſto ſcorre uno ſpazio uguale alla ſemidifferenza fra i diametri della bocca del pezzo, e della bomba, naſce l'urto tra queſta, ed il mortaio, e per conſeguenza ſi ſvia la bomba dalla direzione, in cui era ſpinta, e ciò con danno eziandio conſiderabile dello ſteſſo mortaio.

77. Dee per tanto la lunghezza del mortaio nella volata eſſere tale, che per togliere la prima cauſa (§. 76) il bombardiere poſſa con mano immediata aggiuſtare la polvere, e lo ſtoppaccio dentro la camera, e ben ſituare la bomba

in fondo della volata. Per togliere la seconda causa è necessario, che la lunghezza della volata si faccia corta di modo che nel rinculare il mortaio non incontri la bomba. Per la qual cosa, se si bada solamente alla prima causa, siccome un diametro e mezzo di lunghezza nella volata per li mortai da bombe del maggior calibro, che ora sono in uso, è bastante, perchè il bombardiere caricare li possa, così più lunga di un diametro e mezzo fare si potrebbe la volata ne' mortai di minor calibro; ma perchè l'urto della bomba nel mortaio dipende anche dalla differenza fra i loro diametri, perciò dee la lunghezza della volata essere proporzionale al diametro della bocca in tutti i mortai, ognivoltachè in questi sarà costante la proporzione nel vento.

78. Dalle ripetute osservazioni si raccoglie, che s'avranno ambidue i requisiti nei mortai, se la lunghezza della volata non eccederà un diametro e mezzo, ognivoltachè il vento fra la bocca del pezzo, e la bomba non sarà minore della proporzione assegnata nel libro primo dell' Artiglieria pratica; ma, se di questa sarà minore, dovrà la volata del mortaio es-

ſere più corta di un diametro e mezzo. Si pratica una tale diminuzione nel mortaietto per l' approvazione delle polveri, in cui mettendoſi globi di bronzo, che laſciano poco vento, la lunghezza della volata ſi fa ſolamente di un diametro ed un quarto.

79. Determinata la lunghezza nella volata de' mortai, con cui e rieſce comodo al bombardiere il caricare con eſattezza il pezzo, e s' impediſce l' urto della bomba nel mortaio, purchè s' adatti quella a dovere dentro la volata, ſiccome in molti riſcontri di guerra è neceſſario, che le bombe ſieno cacciate con grandi velocità iniziali, così ad altri ſpedienti convien ricorrere per avere ciò, che cercare non deeſi per mezzo di una maggior lunghezza nella volata. Tali ſpedienti riduconſi ai ſeguenti.

1.° La camera del mortaio ſi faccia in modo tale, che in uguali capacità la polvere ſia più raccolta vicino al focone, affinchè più copioſa ſia l' accenſione, e lo ſviluppamento del fluido in ugual tempo. Fra le diverſe figure, che dare ſi può alle camere, ſi ha ciò nella sferica (Eſame della polvere).

2.° S' opponga maggior resistenza allo sfogo della polvere verso la bocca del mortaio, senza però accrescere il peso della bomba; con tale resistenza si sviluppa maggior quantità di fluido entro la camera, prima che si muova la bomba. Si suole praticamente accrescere la divisata resistenza con un turacciolo di legno fortemente ricalcato, e mettendo terra stacciata al disotto, e tutto d' intorno alla bomba fortemente comprimendo la terra, dal che ne deriva poi la velocità maggiore nella bomba.

3.° Si faccia la camera del mortaio di maggior capacità.

80. A fine di cagionare strage fra gli uomini s' adoperano i mortai da pietre, la camera de' quali suol farsi a cono tronco colla minor base verso il focone, non esigendosi gran forza nel cacciare le pietre. Debbonsi questi pezzi sparare con cariche tenui, se non vogliamo, che si disperdano totalmente le pietre, e che poche, o niune cadano ne' siti, che si ha in mira di colpire.

Il diametro di questi mortai non dee mai essere minore di $\frac{3}{4}$ di un piede, nè

la lunghezza della volata essere più corta di un diametro e mezzo, affinchè capiscano una quantità sufficiente di pietre. Questo fa conoscere che, se si accrescerà il diametro, e la lunghezza nella volata, questi pezzi saranno più vantaggiosi, purchè non si facciano pesanti di modo che riesca poi difficile il maneggiarli.

CAPO VI.

Delle spessezze delle Artiglierie.

81. Due estremi schivar conviene nel determinare le spessezze delle Artiglierie. Sono questi il fare il pezzo troppo sottile, e leggiero, e il farlo troppo rinforzato, e pesante. Il primo estremo si dee sempre mai evitare, e si può il secondo estendere a certi limiti, il minor de' quali è quello, in cui distribuendosi il metallo in tutta la lunghezza del pezzo proporzionatamente alle forze, che in ciaschedun punto tendono a creparlo, con queste s' equilibra, ed il peso suo sia tale, che basti a impedire i movimenti irregolari, che dalla scarsezza di questo deri-

vano con dìſcapito notabiliſſimo nell' eſattezza de' tiri (§. 9). Un tale limite è l' oggetto delle riflessioni, che ſi adducono in queſto capo.

82. Allorchè ſi cercano le preciſe miſure nelle ſpeſſezze di un cannone, la ſoluzione del problema è ſempre un'approſſimazione groſſolana, poichè molte cauſe fiſiche concorrono in queſta determinazione. Se per iſcoprire quali ſiano le groſſezze, che in un pezzo di un dato calibro ſono atte a reſiſtere alla preſſione del fluido, ſi ſparerà una di queſte armi abbondevolmente rinforzata, caricandola ſempre nello ſteſſo modo, e dopo alcuni ſpari ſe ne ſminuiranno le ſpeſſezze, e ſparando di nuovo ſi ſminuiranno come prima le dette ſpeſſezze, finchè ſi giunga ad aſſottigliarla tanto, che crepi indiſtintamente in ciaſchedun punto della ſua lunghezza. Tali ſperimenti, quantunque ſiano i più immediati, non potranno però eſſere concludenti, ſe non s' adoprerà un gran numero di queſte armi: imperciocchè s' incontrano bene ſpeſſo vizi interni nella maſſa metallica, che coſtituiſce il pezzo, e diſuguaglianze notabili nella tenacità provenienti unicamen-

te dalle accidentalità, che occorrono nel coſtruire le armi.

Volendo per tanto evitare sì lunghe ſperienze, ſi potrà far uſo della ſcala delle preſſioni del fluido nella palla, eſſendo queſta maniera di riſolvere il problema la più ſemplice, e comoda, la quale ſomminiſtra però un' approſſimazione, che più ſi ſcoſta dal vero a miſura, che le ſpeſſezze in tal guiſa determinate più s' allontanano dal ſito, ove poſa la palla dentro il pezzo venendo verſo la bocca.

83. Per determinare le groſſezze di un cannone, che s' equilibrano colla preſſione del fluido, converrà cercare la ſcala di queſte preſſioni, ſe ancora non ſia nota. Per la qual coſa, ſe ſi tratta dell'Artiglieria peſante (§. 64), ſi faranno diverſi ſpari con tre, o quattro cannoni d' inegual lunghezza fra loro, e dello ſteſſo calibro del pezzo, cui ſi cercano le ſpeſſezze, adoperando in queſti ſpari la carica maggiore di fazione cogli ſtoppacci calcati con forza maggiore di quella uſaſi nelle cariche ordinarie, e ſi miſureranno le velocità iniziali di ciaſcheduna palla (Eſame della polvere).

Se avere ſi vuole la detta ſcala per li cannoni dell'Artiglieria leggiera (§.71), s'adoprerà quella carica maggiore, che uſare conviene in queſti pezzi per non iſcapitare nell'aggiuſtatezza de' tiri, e ſe ne calcheranno gli ſtoppacci colla forza medeſima, che s' adopera ne' pezzi più rinforzati ſparati colla carica ordinaria di fazione. Queſto riguardo è eſſenzialiſſimo, poichè dalla differente reſiſtenza degli ſtoppacci naſce una differenza notabile e nell' ordinata, che eſprime la preſſione maſſima del fluido elaſtico, e nelle altre ordinate ſucceſſive, come chiaramente riſulta dalle coſe dette nell' Eſame della polvere al capo delle modificazioni del fluido dentro l' anima cilindrica di un pezzo.

Miſurate le velocità iniziali delle palle cacciate da queſti cannoni, e diſegnata la linea, che eſprime la ſcala delle velocità ſugli ſpazi, da queſta ſcala ſi ricaverà quella delle preſſioni corriſpondenti per mezzo delle coſe ſpiegate nella Dinamica: dovendoſi quì notare, che le velocità nei pezzi di gran calibro ſparati colle maggiori cariche ſono prodotte dalle preſſioni, e dall' impulſione di quel fluido

elaſtico,

elaſtico, il quale nello ſvilupparſi in fondo dell' anima accelera talmente il ſuo movimento, che, percuotendo con grande impeto nella palla (§. 37) le comunica una velocità coſtante, che il ſecondo ſtoppaccio, quantunque fortemente ricalcato, non è idoneo a diſtruggere del tutto. Si ſcorge adunque, che queſta ſcala ſi dee riferire a una direttrice parallela all' aſſe, e da queſto diſtante per l' eſtenſione di una retta, che eſprime la detta velocità coſtante cagionata dall' impulſione. Ciò poſto

84. Col bronzo medeſimo, con cui s' intende fare le artiglierie, ſi getti un cannone ABCD (fig. 4) del medeſimo calibro, e della ſteſſa lunghezza di quello, a cui ſi cercano le ſpeſſezze, e ſia la groſſezza di queſto pezzo determinata da una retta CD inclinata alla AB di modo che, eſſendo la ſpeſſezza AC nella culatta ſuperiore alla preſſione del fluido, la ſpeſſezza BD nella bocca ſia poi molto minore, affinchè, caricando queſt' arma nello ſteſſo modo, con cui s' è cercata la ſcala delle preſſioni (§. 85), ſi rompa con un ſolo ſparo in un ſito compreſo tra A, e B. TAVOLA I. FIGURA 4.

Supposto che la crepatura seguita nello sparo sia nel sito G (dovendosi , in caso, che ne segua più di una , aver in considerazione solamente quella , che è più vicina al fondo A dell' anima) sarà FG la spessezza, che comincia a cedere alla pressione del fluido. S' accresca FG nella proporzione , che ha la tenacità del bronzo, di cui si tratta, allorchè è riscaldato al maggior segno di fazione (§. 35), a quella, che ha lo stesso bronzo, essendo freddo, e sia $= m$, sarà m la spessezza , che si compete nel sito G della lunghezza AB . Dovendosi quì notare, che la crepatura in G dee essere nata per la sola pressione del fluido, e non già perchè la palla abbia urtato nelle pareti dell' anima , o perchè in quel sito siansi incontrate nel bronzo caverne, sfoglie, venti, o altri vizi provenienti dal getto , delle quali cose è sempre facile l' accertarsi , esaminando attentamente la crepatura.

TAVOLA II. FIGURA 5. 85. Con tali premesse si disegni l' anima HE del pezzo, cui si cercano le spessezze (fig. 5), e si descriva la ritrovata scala delle pressioni LOQR (§. 83) colle ordinate rettangole , e si faccia E P

uguale alla A G presa nella fig. 4, e PT = m. Ciò fatto, se OP sarà la massima ordinata della scala L O Q R, dal punto T si tirerà TY parallela alla PE per avere le spessezze da P in E, indi per le altre da P in H si farà come PO : NQ : : PT : NV, come PO : HR : : PT : HX, e facendo passare una linea per li punti T, V, X, sarà YTVX la scala delle spessezze ricercate. Ma, se la massima ordinata sarà KL, in tal caso si troverà KS quarta proporzionale dopo PO, PT, KL, e dal punto S tirando SZ parallela alla KE per avere le spessezze da K in E, sarà ZSTVX la scala delle ricercate spessezze in tutta la lunghezza EH del cannone.

86. Applicando le addotte soluzioni a casi particolari, si trova, che nel cannone da ll. 32 caricato con polvere fina da guerra in quantità di libbre 16, e cogli stoppacci ricalcati a segno, che più non si sminuisce il volume della polvere, se il pezzo sarà costrutto col bronzo, che contiene $\frac{1}{6}$ di stagno, e questo sarà riscaldato al segno, che già comincia ad accendere la polvere, dovrà la

massima spessezza KS nello stato dell'equilibrio, sparando il pezzo nelle circostanze più favorevoli all'accensione, ed all'abbruciamento, cioè quando $n = 1200$ (§. 33), dovrà, dico, essa massima ordinata KS essere $\frac{14}{16}$ del diametro della bocca del pezzo, e la minore di tutte HX essere tra $\frac{1}{3}$ e $\frac{2}{5}$ di KS. Se poi il pezzo sarà costrutto col bronzo, che contiene solamente $\frac{1}{8}$ di stagno, basterà, che nelle divisate circostanze la massima spessezza KS sia $\frac{25}{32}$ del diametro della bocca del pezzo, e che HX sia pure un terzo, o le due quinte parti di $\frac{25}{32}$.

87. Dal considerare la formola $7200nr = mq$ (§. 33), si deducono le seguenti conseguenze.

1.ª Che in due cannoni del medesimo calibro formati con due differenti qualità di bronzo, e sparati con cariche uguali, e cogli stoppacci ugualmente ricalcati, siccome r, ed n sono costanti, le spessezze $= m$ ne' siti equidistanti dal

fondo dell' anima dovranno nello ſtato dell' equilibrio eſſere in proporzione reciproca delle tenacità $= q$ de' bronzi diverſi.

2.ª Che ſe nel medeſimo cannone ſi muterà la carica, ſiccome le preſſioni nei diverſi ſiti della lunghezza del pezzo riuſciranno diverſe da quelle della prima carica, così le ſpeſſezze corriſpondenti dovranno eſſere nella proporzione di queſte ſeconde preſſioni.

3.ª Che ſe in due cannoni di diverſo calibro la tenacità $= q$ ſarà la ſteſſa, e la preſſione $= n$ ne' ſiti equidiſtanti dal fondo dell' anima de' due cannoni ſarà eſpreſſa da una medeſima ordinata, le ſpeſſezze $= m$ de' due cannoni in detti ſiti ſaranno proporzionali ai raggi $= r$, e quindi ai loro calibri.

88. Se ſarà dato un cannone, di cui ſiano note le ſpeſſezze, che corriſpondono a certe determinate circoſtanze, e per eſempio che ſi abbia il cannone ABCD (fig. 6) da ll. 32 colle ſpeſſez- TAVOLA II.
ze HH, KK, AL, che ſi convengono FIGURA 6.
alle circoſtanze deſcritte (§. 86), e ſi vogliano determinare in un pezzo DCFG di calibro diverſo le corriſpondenti ſpeſ-

ſezze MM , NN , GP ſenza venire alle ſperienze quì avanti deſcritte, ſarà facile di riſolvere il problema mediante le conſeguenze dedotte nell'antecedente paragrafo, e ſi potranno pure riſolvere quegli altri problemi, che dipendono dalle modificazioni del fluido, che ſi ſviluppa dalla polvere acceſa entro i cannoni (Eſame della polvere).

89. Le regole fin quì date per determinare le ſpeſſezze convenienti alle artiglierie, che hanno l'anima cilindrica, ſarebbero più che baſtanti, ſe la palla non urtaſſe giammai nelle pareti dell'anima; ma, ſe avverrà, che la palla ſaltelli dentro un pezzo in tal guiſa proporzionato, queſto cederà alla forza dell'urto, e creperà.

Due effetti diſtinti ſi producono nell'urto della palla dentro un cannone di bronzo. Il primo di queſti effetti è l'incavo, che fa la palla nelle pareti dell'anima. Queſt'incavo ſi manifeſta ſempre nel bronzo, che s'adopera nel formare le artiglierie, per quanto ſi voglia grande la groſſezza del pezzo, e la ſola diverſità, che ſi oſſerva, è la profondità dell'incavo, che rieſce minore a miſura,

che il bronzo è più duro: quindi consegue, che non concorrendo per nulla la quantità della materia, che costituisce la grossezza del pezzo, a impedire la manifestazione d'un tale effetto, d'uopo è ricorrere alla qualità, cercando di fare un bronzo, che sia duro a segno d'impedire qualunque incavo, la qual cosa l'arte non ha fin ora saputo rinvenire senza scapitare notabilmente nella tenacità necessaria.

Il secondo effetto, che produce l'urto della palla nelle pareti dell'anima, è il rigonfiamento esterno del bronzo, e la crepatura. Questo fenomeno non si manifesta però sempre, avvegnachè la resistenza, che la palla incontra, dipende dalla tenacità del bronzo combinata colla spessezza del pezzo. Da ciò si vede, come si possa impedire il divisato rigonfiamento, e la crepatura col dare maggior grossezza al pezzo.

Ne'cannoni di ghisa l'urto della palla, allorchè è molto veemente, rompe bensì il pezzo, ma non vi produce giammai nè incavo nell'anima, nè rigonfiamento esterno; per la qual cosa, se l'arte arriverà a trovare la maniera d'accrescere

ſufficientemente la tenacità nella ghiſa ſenza ſcapito della durezza, ſarà allora una tal materia aſſai più propria per le artiglierie di ciò ne ſia il preſentaneo bronzo.

TAVOLA II. FIG. 7.

90. Per determinare le ſpeſſezze, che dal ſito T, ove poſa la palla K, ſino alla bocca del pezzo (fig. 7) ſono baſtevoli a impedire, che l' urto non faccia rigonfiare eſternamente il pezzo, è neceſſario di avere la ſcala TLM delle velocità della palla ſugli ſpazi TP, TC. Ciò poſto, riflettaſi, che la forza, con cui il cannone è urtato in qualſivoglia punto V, ſi eſprime col prodotto del peſo della palla nella corriſpondente velocità PL e nel ſeno retto dell' angolo d' incidenza KVA. Se l' urto naſce da una cauſa coſtante, come a dire dall' incavo orbicolare eſiſtente in T, allora eſſo urto ſegue più diſtante da T a miſura, che l' incavo ſuddetto è meno profondo; onde l' angolo d' incidenza KVA rieſce anche minore: ma ſe l' urto ſarà prodotto da qualche cauſa accidentale, per eſempio da un oſtacolo, che incontrato in P ſvia la palla dalla direzione dell' anima, o da un movimento irregolare del pezzo (§. 53), in queſto

caso l' angolo d' incidenza potrà essere vario sino a diventare il massimo, ed allora la forza sua ne' diversi punti V sarà proporzionale alla corrispondente velocità PL.

Per proporzionare le spessezze di un cannone all' urto massimo convien cercare per via di uno sperimento fatto contro un medaglione di bronzo della medesima qualità di quello, con cui è costrutto il cannone, o per mezzo di un' altra congrua sperienza, cercare, dico, quale esser dee la spessezza, che si compete alla bocca del cannone per non crepare, o rigonfiarsi esternamente, e supposto, che questa sia = B N, si farà CM : PL : : BN : VQ, e s' avrà la linea HQN per la scala delle ricercate spessezze, la quale intersecherà in R l' altra scala FRGD, che determina le resistenze alla pressione del fluido (§. 88, 89). Per la qual cosa la linea SFRQN servirà a fissare le spessezze, che in tutta la lunghezza del cannone atte sono a resistere alle forze, che nello sparo tendono a creparlo.

91. Nel proporzionare, come sovra, le spessezze de' cannoni all' urto massimo,

avviene, che il pezzo riesce molto più grosso verso la bocca di quello sia nella culatta, la qual cosa rende l' uso del cannone sommamente difettoso. Ora, se si riflette, che l' urto diretto non può succedere se non per qualche accidentalità molto straordinaria, avvegnachè le continue sollecitazioni del fluido nella palla agiscono secondo la direzione dell' anima, si conosce tosto, che le spessezze assegnate dalla RQN si possono sminuire considerabilmente sino a un certo segno, senza incorrere in inconvenienti contrari al buon uso de' cannoni.

Per additare su questo punto un qualche limite, che cauteli la pratica, addurremo le osservazioni fatte intorno cento e più cannoni di bronzo dell' ordinaria lunghezza divenuti inutili per l' urto della palla seguito nella volata. Erano questi cannoni di tre specie in riguardo alle loro spessezze. Quelli della prima specie erano rinforzati per mezzo di una scala delineata sul diametro della bocca, ed avevano un diametro di spessezza in culatta, $\frac{15}{16}$ in fine del primo rinforzo, $\frac{14}{16}$

in principio del ſecondo rinforzo, $\frac{13}{16}$ in fine d' eſſo rinforzo, $\frac{12}{16}$ in principio della volata, ed $\frac{8}{16}$ alla bocca.

I cannoni della ſeconda ſpecie erano ſimilmente proporzionati, ma la ſcala era ſtata formata ſul diametro della palla, onde erano più ſottili de' primi. Finalmente i cannoni della terza ſpecie erano, come ſovra, proporzionati ſul diametro della palla dalla culatta ſino al fine del ſecondo rinforzo, ma erano più ſottili nella volata: imperciocchè le ſpeſſezze in principio di queſta erano ſolamente $\frac{11}{16}$ del diametro della palla, e $\frac{6}{16}$ alla bocca.

Nelle tre diviſate ſpecie di cannoni la minor groſſezza del borletto (compreſi gli ornamenti) era $\frac{3}{4}$ del diametro della bocca.

Da queſti eſami è riſultato

1.° Che un ſolo urto de' più veementi non ha mai prodotto nè crepatura, nè rigonfiamento eſterno nei pezzi della

prima ſpecie in qualunque ſito della volata foſſe ſucceduto l' urto, avendo argomentato la forza; e la direzione di queſto dalla figura, e profondità dell' incavo, che la palla aveva prodotto nelle pareti dell' anima.

2.° Che nei pezzi della ſeconda ſpecie un ſolo urto de' più veementi ſeguito tra la metà della volata, e il borletto ha fatto rigonfiare eſternamente il bronzo, e che l' urto ſeguito vicino alla bocca ha ſtorto per conſenſo, e crepolato il colletto del pezzo.

3.° Finalmente ne' cannoni della terza ſpecie ſi ſono oſſervati rigonfiamenti eſterni, e crepature prodotte da un ſolo urto gagliardo ſeguito verſo li due terzi della volata, i quali effetti erano poi maggiori negli urti ſeguiti tra i due terzi della volata, ed il borletto; ed allorchè un qualche urto veemente è ſeguito vicino alla bocca, la gioia non ne è ſtata alterata eſternamente, ma la medeſima ſi è ſtaccata dal pezzo nel ſito del colletto.

92. Colla ſcorta delle addotte oſſervazioni, e delle ſpeſſezze aſſegnate (§.86) pel primo rinforzo corriſpondenti alla maſſima carica di fazione, ſi può conchiu-

dere che, se il cannone dal sito A sino in G (fig. 8) ove principia la volata, avrà le spessezze AC, GD di $\frac{14}{16}$ del diametro della bocca, e che, fatta BF di $\frac{8}{16}$, si tiri la retta DF, s'avranno le spessezze necessarie per resistere alle forze, che tendono a rovinare il pezzo, cioè all'impulsione del fluido contro le pareti nel sito N, alla pressione d'esso fluido in tutta l'estensione dell'anima, ed alla forza degli urti della palla i più gagliardi, che succeduti sono in fazione, purchè la spessezza del borletto H non sia minore di $\frac{12}{16}$, e che la medesima per maggior cautela vada unirsi all'astragallo K del colletto con una curva HLK convessa verso l'anima. TAV.III. FIG. 8.

Siccome la durezza del presentaneo bronzo non è bastante a impedire, che non si produca un incavo nelle pareti dell'anima, allorchè succede un qualche urto gagliardo nella volata, così, per isminuirne almeno la profondità, converrà, nel gettare i cannoni, collocare le forme tutto al rovescio di quello si pra-

tica comunemente, cioè colla culatta allo 'nsù, secondochè si usa per li mortai; avvegnachè in questa disposizione la volata del pezzo riuscirà più compatta della culatta, e quindi di qualità più tenace e dura, il qual ripiego si può agevolmente praticare, qualora si gettano i cannoni massicci, e che si fa la coda del pezzo più grossa, e configurata in modo che non disturbi il buon esito del getto.

93. I cannoni costrutti secondo le date misure (§. 92), se bene siano atti a resistere alle forze, che tendono a creparli in fazione, hanno però due gran difetti. Consiste il primo nella soverchia leggerezza, per cui, movendosi il pezzo irregolarmente nell'atto dello sparo, somministra tiri disordinati, e consiste l'altro difetto nel dover situare i perni più vicino alla bocca, affinchè nello sparo la culatta non rimbalzi collo scapito totale dell'aggiustatezza de' tiri; dal che avviene poi, che tali pezzi coi perni così avanzati, inoltrandosi poco nelle cannoniere, ne rovinano presto le spalle colla vampa della polvere accesa, e quindi producono quell'effetto, che l'inimico cerca di cagionare co' suoi tiri nell' at-

tacco, e nella difesa delle Piazze.

Per togliere il primo difetto, e sminuire il secondo, altro ripiego non v'è se non se accrescere maggiormente le grossezze del pezzo verso la culatta. Usando le proporzioni assegnate nel libro 1.º dell'Artiglieria pratica, si trova, che i cannoni hanno peso sufficiente per impedirne i movimenti irregolari, quantunque s'adoperino le maggiori cariche di fazione, e che vi si possono adattare i perni in modo tale, che, stando salda la culatta nello sparo, il pezzo s'inoltri maggiormente nella cannoniera.

94. Determinate, come sovra, le spessezze, per cui si ha il corpo del cannone con tutti i requisiti necessari (§. 7, 8, 9), d'uopo è adattarvi i perni, la coda, la piattabanda di culatta, la gioia, ed i maniglioni. I perni si collocano fra il centro di gravità del cannone, e la bocca; e purchè in ciò non si ecceda a segno o da non potersi dai due secondi servienti alzare colle manovelle la culatta del pezzo per livellarlo, o da non lasciarlo andare avanti bastantemente nella cannoniera, il molto peso preponderante nella culatta sarà sempre vantaggioso per

l' esattezza de' tiri. Il diametro de' perni basta, che sia uguale a quello della bocca del cannone. Le maniglie s' adattano in modo, che il pezzo preponderi pochissimo nella culatta, e si mette per coda un qualche risalto, che faciliti il maneggiamento del pezzo.

Nella parte superiore del cannone si sogliono mettere le armi del Sovrano, quelle del Gran Mastro dell' Artiglieria, cartocci, inscrizioni, ed altre simili cose di rilievo: per la qual cosa è necessario, che la piattabanda di culatta, e la gioia sieno più elevate dei mentovati ornamenti, affinchè si possa livellare il cannone traguardando di sopra. Se la piattabanda di culatta si farà assai più alta del borletto, onde il raggio visuale s' intersechi coll' asse del pezzo in picciola distanza da questo, riuscirà con ciò anche comodo il livellare il pezzo in grandi distanze contro bersagli poco elevati, e che di dietro non hanno verun oggetto più alto da potervi fissare lo sguardo, come sovente accade nell' attaccare una cittadella. Il borletto si unirà poi al colletto in modo, che rinforzi maggiormente il pezzo in quella parte (§. 93).

Si

Si dee quì osservare, che la spessezza solita darsi ai cannoni dietro il fondo dell' anima è di gran lunga eccedente il bisognevole per resistere alla forza della polvere accesa; avvegnachè essa spessezza eccede quella, che si assegna alla contigua parete del cilindro. La formola data nelle Instituzioni fisico-meccaniche per misurare la resistenza delle basi cilindriche serve precisamente per conoscere quanto la divisata spessezza sia eccedente.

95. Allorchè un pezzo è incavalcato sopra la cassa, quanto v' è di cannone dai perni sino alla bocca è ritenuto in aria dalla sola tenacità del bronzo, e il momento della forza, che tende a vincere questa tenacità, s' esprime col prodotto del peso di questa parte del cannone nella distanza del suo centro di gravità all' appoggio. Facendo uso della teoria data (Instituzioni fisico-meccaniche §. 233), si trova, che il bronzo riscaldato al maggior segno di fazione ha ancora una tenacità di gran lunga superiore alla divisata forza, che tende a rompere, o a far incurvare il pezzo.

Per comprovare questa verità con una sperienza immediata, addurremo la

ſeguente. Nel meſe di gennaio 1747 dovendoſi mandare in Piemonte i cannoni reſiſi inutili nell' eſpugnazione della fortezza di Savona, ſi ſtimò opportuno di romperli in più parti per facilitarne il traſporto, e con tale occaſione ſi fece queſto ſperimento. Si ſcelſe un pezzo ordinario da ll. 32 coſtrutto ſulle miſure de' cannoni della prima ſpecie (§. 91). Appoggiato queſto pezzo nel ſito dei perni ſopra un ſaſſo fu ſaldamente aſſodata la ſua culatta dentro un muro, di modo che quella parte del cannone, che è dai perni ſino alla bocca, ſtava in aria. Con molta legna acceſa ſi ſcaldò il pezzo in tal parte non appoggiata, a ſegno che, toccandola con un baſtone, queſto s'abbruſtoliva, e cominciava toſto a fumare (calore molto ſuperiore a quello, che nelle più vive fazioni acquiſtano i cannoni). Dopo queſto riſcaldamento due maſtri robuſti con un peſante mazzuolo di ferro percoſſero a tutto lor potere ſopra il borletto del cannone, e con cento e più colpi non potè mai riuſcire loro di rompere, feſſurare, o incurvare il pezzo in qualche ſito. Chi baderà alla gran forza adoperata in queſta ſperienza per vince-

re la tenacità del bronzo, che trattiene la volata del cannone in aria, conoscerà facilmente, che la detta tenacità supera di gran lunga il solo momento della volata, che tende a rompere, fessurare, o incurvare il pezzo.

96. Dal fin quì detto riguardo alle forze, che tendono a rovinare i cannoni, ed intorno le maniere di abilitare i pezzi a resistere alle forze suddette, consegue, ragionando dell'Artiglieria pesante.

1.° Che le colubrine debbono essere costrutte con un bronzo più duro, ed essere maggiormente rinforzate, specialmente dalla metà della volata andando verso la bocca, giacchè in questo sito sono più esposte agli urti della palla nelle pareti dell'anima.

2.° Che se i pezzi corti, i quali si costruiscono per essere adattati in qualche sito angusto di una fortezza, si dovranno sparare colle cariche maggiori di fazione, converrà proporzionarli colle spessezze medesime de' cannoni ordinari ne' corrispondenti siti della lunghezza; giacchè le forze, che tendono a rovinarli, sono le medesime: per esempio se il pezzo dovrà esser lungo solamente da A in TAV. III. FIG. 8.

T (fig.8), ſe ne diſegneranno le groſſezze come nel pezzo ordinario A B , e ſuppo-nendo, che queſto ſia reciſo in T, ſi diſegnerà ivi il borletto, e ſi collocheranno i perni più vicino alla culatta di modo che, riuſcendo il pezzo molto preponderante da quella banda, poſſano però i due ſervienti alzarla colle manovelle per livellare il cannone.

3.° Se poi la maggior carica da adoperarſi nel pezzo corto ſarà l' ordinaria di fazione calcata ſecondo il ſolito, baſterà fare la ſpeſſezza AC di $\frac{14}{16}$ del diametro della bocca, e ſminuire le altre, andando verſo la bocca, nella proporzione di quelle de' pezzi ordinari corriſpondentemente ai detti ſiti.

4.° Finalmente, ſe il pezzo corto ſi dovrà ſparare ſolamente col cartoccio, e ſenza ricalcare gli ſtoppacci, converrà accreſcerne il calibro, e ſminuirne maggiormente le ſpeſſezze, e ſi diſegnerà in fondo dell' anima una camera cilindrica, col qual mezzo più non verranno leſe le ſpalle delle cannoniere dalla vampa di queſti ſpari.

97. Se nei cannoni dell'Artiglieria leggiera (§. 71, 72.) costrutti col bronzo, che contiene $\frac{1}{8}$ di stagno, considereremo, che la carica ordinaria sia quella maggiore, che usare convenga facendo ricalcare il primo stoppaccio con cinque colpi da due cannonieri, e con tre colpi il secondo stoppaccio, in simili circostanze questi pezzi si potranno proporzionare come segue.

1.° I cannoni dell' ordinaria lunghezza avranno le loro spessezze di modo che il loro peso corrisponda a quello notato. (§. 64).

2.° Nei cannoni corti coll' anima cilindrica (§. 66, 72) se ne determineranno le spessezze coi riguardi descritti n. 3 del precedente paragrafo, e si potranno sminuire queste grossezze, se gli stoppacci si ricalcheranno di meno, o si userà una carica minore.

98. A fine poi di dare ai cannoni dell' Artiglieria leggiera quelle altre condizioni, che indispensabilmente aver debbono, acciocchè nell' atto dello sparo non si disordini l'aggiustatezza del tiro (§. 6, 7, 8, 9), converrà avanzarne i perni verso la

bocca, e più ſegnatamente nei pezzi corti, ſenza prenderſi briga, ſe in queſta diſpoſizione i medeſimi s'inoltrano poco nella cannoniera, giacchè il principale loro uſo conſiſte nello ſparare alla ſcoperta. Se poi non ſi vorranno avanzare i perni verſo la bocca, ſarà indiſpenſabile uſare un qualche ripiego, per cui ſe ne poſſa vincolare a talento la culatta. A queſt' oggetto ſono ſtati ideati già da gran tempo vari meccaniſmi, de' quali ſe ne darà una idea agli allievi col mezzo de' modelli, che ſi hanno nelle Regie Scuole. Se in ſomiglianti circoſtanze ſi ſminuirà conſiderabilmente il preponderante del pezzo in culatta coll' avvicinare i perni da queſta parte, l' Artigliero deſtinato a livellare il pezzo potrà facilmente da per ſe ſteſſo fiſſarlo in quell'altezza, che ſtimerà.

Gli ornamenti della culatta, e del borletto, e più particolarmente nei pezzi corti ſaranno regolati di maniera che il raggio viſuale interſechi da vicino l'aſſe del pezzo, acciocchè ſi poſſa anche livellare nelle grandi diſtanze (§. 94) traguardando per li diviſati ornamenti. Nel coſtruire i pezzi corti con queſto parti-

colare riguardo avviene , che la differenza fra i diametri della piattabanda di culatta , e della gioia riesca considerabile, la qual cosa essendo da alcuni stata considerata come una deformità del pezzo , idearono nello scorso secolo di formare , nel gettare il pezzo , un rialto fisso sulla piattabanda di culatta, il quale, essendo aperto per di sotto, ed avendo alcuni fori nella sua altezza , lascia libero il campo di traguardare per la detta piattabanda , e pel borletto, e nelle maggiori distanze somministra il mezzo di livellare il cannone col traguardare per uno dei fori suddetti , o di sopra al rialto. Altri poi immaginarono un rialto mobile, il quale si posa colla sua base sulla piattabanda di culatta , ed ha parecchi buchi in una lastra verticale, per mezzo de' quali si livella il pezzo in differenti elevazioni col dirigere sempre al bersaglio il raggio visuale, che passa pel borletto , e vi sono pure altri buchi orizzontali per correggere la punteria de' tiri costieri. Siccome nelle particolari occorrenze i soldati Artiglieri possono in una maniera pronta e semplice supplire all'uso

de' diviſati rialti, così ſi tralaſcia di maggiormente parlarne.

99. Nel libro primo dell' Artiglieria pratica ſi ſono aſſegnate ſpeſſezze diverſe ai mortai, ſecondochè varia la figura della loro camera, e tali ſpeſſezze ſono ſtate dedotte dai noſtri predeceſſori dal lungo uſo di queſte armi.

Uſando la formola $7200nr^2 = \overline{2rm+m^2} \times q$ data (Inſtituzioni fiſico-meccaniche §.437), ſi troverà, che le ſpeſſezze della culatta aſſegnate nel detto primo libro per li mortai a camera sferica ſono ſufficienti per reſiſtere alla maſſima preſſione del fluido, che ſviluppaſi dentro quella cavità, allorchè ſi ſparà il mortaio a camera piena, uſando polvere fina da guerra, e ricalcando fortemente il turacciolo di legno, e la terra graſſa d' intorno la bomba.

Le formole date nelle dette Inſtituzioni pel cilindro ſervono pure per miſurare la reſiſtenza della culatta de' mortai, che hanno la camera cilindrica: per altro, ſiccome la preſentanea polvere è molto più gagliarda di quella dello ſcorſo ſecolo, così ſe nei mortai da bomba ſi accreſceranno le ſpeſſezze di $\frac{1}{6}$ in circa, queſte

armi potranno resistere a molti spari violenti.

100. Allorchè si riflette che, sparando il mortaio nelle circostanze più violente di fazione, il fluido elastico, che entro la camera si sviluppa, dee, nel passare da questa nella volata, dilatarsi considerabilmente, si scorge tosto, che la scala delle pressioni di questo fluido dee accostarsi tutto ad un tratto precipitosamente all' asse del pezzo; della qual cosa non risulta però bastantemente nelle spaccature de' mortai delineati secondo le proporzioni date nel detto primo libro. La ragione di questo si è, che quelle spessezze sono, come già si disse, state dedotte dal lungo uso di queste armi, le quali, ognivoltachè sono formate col bronzo, che contiene $\frac{1}{8}$ di stagno, resistono non solo alla pressione del fluido, ma a quelle altre forze ancora, che tendono a crepare il mortaio nell' atto dello sparo, come sono l' impulsione del fluido elastico, per cui si scuotono fortemente questi pezzi, e l' urtare, che fa talvolta la bomba nella volata del pezzo vicino alla bocca, esigendosi per resistere alla forza di somiglianti urti, che il pezzo abbia nell'unione

della volata colla culatta una ſpeſſezza conſiderabile, ſenza la quale eſſa volata ſi ſtaccherebbe dalla culatta, o per lo meno ſi ſtorcerebbe.

Qualora poi queſti pezzi ſaranno formati col bronzo, che contiene $\frac{1}{6}$ di ſtagno, gl'incavi prodotti dall'urto ſaranno minori, ma converrà accreſcere le ſpeſſezze del mortaio per prevenirne le crepature.

101. Oltre le diviſate forze, le quali tendono a rovinare i mortai, un'altra ſe ne dà, che molto è contraria al buon uſo di queſte armi. Conſiſte queſta nello ſcoppiare, che fa talvolta la bomba dentro il mortaio per qualche tarlo, che ſi trova nella ſpoletta, o per qualche diſattenzione commeſſa dal bombardiere nel caricare la bomba, o per non avere ineſcato il mortaio prima d'appicciar fuoco alla ſpoletta, o perchè la bomba ha qualche picciol buco, che dall'eſterno comunica col ſuo vano interno. Allorchè per una, o più delle diviſate cauſe la bomba ſcoppia dentro il mortaio, o nell'uſcire da queſto, gli ſpezzamenti della medeſima incidono il bronzo nella vo-

lata del mortaio in guiſa tale, che i tiri ſuſſeguenti rieſcono poi molto irregolari.

Qualunque ſia il motivo, per cui ſi accreſceranno le ſpeſſezze dei mortai da bomba, l'accreſcimento riuſcirà utile ognivoltachè non renderà il pezzo ſoverchiamente peſante, avvegnachè la maggior ſaldezza della macchina nell' atto dello ſparo concorrerà a ſomminiſtrare i tiri meglio aggiuſtati.

102. I perni de' mortai ſaranno in caſo di reſiſtere ai maſſimi sforzi di fazione, ognivoltachè avranno il diametro ſecondo le miſure aſſegnate nel libro primo dell' Artiglieria pratica, e che s' appoggeranno in tutta la loro lunghezza dentro gl' incaſtri, o che almeno i punti dell' appoggio ſaranno molto vicini alla culatta del mortaio; ma ſaranno eſpoſti a romperſi eſſi perni, ognorachè s' appoggeranno ſolamente verſo le loro eſtremità. Queſta propoſizione è comprovata dalla ſperienza.

103. I mortai ſi fanno pure di calibro diverſo ſecondo il fine, che con queſti ſi vuol conſeguire. Que' mortai, che ſono del calibro di once 10 in 12 del piè liprando, ſervono per gettar pietre,

a ſine di produrre ſtrage fra gli uomini. Si ſparano queſti pezzi alla diſtanza di trabucchi cento al più, affinchè le pietre non ſi diſpergano ſoverchiamente, ma cadano ne' ſiti, che ſi ha in mira di colpire; motivo, per cui la loro camera ſi fa di figura conotronca, di poca capacità, e colla maggior baſe verſo la volata. Quindi avviene, che tali armi, non avendo a ſoſtenere sforzi di conſiderazione, ſi poſſono poi fare meno rinforzate. Le ſpeſſezze aſſegnate altrove per li mortai petrieri ſono aſſai proprie per l'uſo, cui queſte armi ſono deſtinate, come pure per cacciare le palle luminoſe, e le carcaſſe.

104. I mortai del diametro di once $7\frac{1}{2}$ colla camera di figura sferica, elittica, od a pera coſtrutti ſecondo le miſure altrove aſſegnate ſono deſtinati a cacciar bombe per iſprofondare quelle fabbriche militari, che non ſono coſtrutte con tutta la maeſtria. Se poi ſi vorranno tiri più lunghi, e forza maggiore nell'urto della bomba, converrà fare i mortai con una camera sferica, che ſia di maggior capacità, e ſi dovranno accreſcere

le ſpeſſezze del pezzo, affinchè reſiſta nelle cariche più violente, e ſia baſtantemente ſaldo nello ſparo, perchè non ſi diſordinino i tiri.

Furono già coſtrutti nello ſcorſo ſecolo mortai da bombe del calibro di once 11 in 12 colla camera di figura curvilinea per avere tiri molto lunghi, e gagliardo l' urto della bomba ſopra le fabbriche militari. L'eccesſivo peſo di queſte armi ne ha toſto diſviato l' uſo nelle artiglierie di terra. I mortai del calibro di once 9 in 10 non ſi poſſono maneggiare in batteria ſe non con molto ſtento, e rieſce difficile aſſai il collocarvi dentro la bomba a dovere, motivi, per cui non ſe ne fa nè meno uſo nelle artiglierie di terra, ma s' adoperano ſolamente in mare nei baſtimenti denominati *Bombarde*, a fine di poter rovinare da lontano le città maritime.

105. L' uſo de' mortai del calibro di once $5\frac{3}{4}$ denominati *da mezze bombe* è molto utile nell'eſpugnazione e difeſa delle fortezze, allorchè colle bombe ſi cerca di ſcavalcare i cannoni del nemico; o di rovinarne le fabbriche civili, poichè s'ot-

tiene l' intento con assai minore spesa, e più facilmente si maneggiano queste armi; e siccome importa sommamente, che i tiri di queste riescano aggiustati, e avendosi nell' urto di tali bombe forza sufficiente per conseguire ciò, che si vuole, così meglio sarà il disegnare questi pezzi colla camera cilindrica, e rinforzarli più del solito, affinchè colla maggior sodezza se ne impediscano i movimenti irregolari nell' atto dello sparo.

Cogli stessi riguardi si dovranno pure costruire i mortai del calibro di once 3 in 4 denominati *da granate Reali*, e quelli del calibro di once $2\frac{1}{3}$ detti *da granate a riparo*: imperciocchè, essendo questi destinati a produrre strage fra gli uomini in siti molto limitati, d' uopo è, che somministrino i tiri esatti.

Le addotte riflessioni bastano per far conoscere, che fra li mortai da bombe, e da granate non si dà Artiglieria leggiera.

CAPO VII.

Del getto delle Artiglierie di bronzo.

106. Alla buona qualità de' metalli componenti il bronzo, alle convenienti dosi fra i componenti, ed alle debite proporzioni ne' pezzi bisogna, che vada indispensabilmente congiunto il buon esito del getto, senza del quale le artiglierie riescono difettose, o affatto inutili. Questo buon esito, conviene pure persuadersene, non dipende interamente dalla perizia, ma la sorte vi ha per così dire anche talvolta parte.

L'incertezza, in cui in tutti i tempi si sono trovati anche i più abili Fonditori circa il buon esito del getto, è stato il principale motivo, per cui i cannoni, e mortai, prima d'essere dichiarati buoni, sono sempre stati diligentemente esaminati, e provati con varie sperienze, fra le quali quelle, che si fanno per decidere della bontà delle artiglierie nuove, sarebbero certamente inutili, se null'altro s'avesse in vista colle suddette, se non di cautelarsi contro la malizia, o l'ignoranza degli artieri.

107. Nel buon eſito del getto delle artiglierie ſi comprende

1.° Quel legamento fra le particelle metalliche, che dipende dal grado di calore, e di fluidità, in cui ſi fa ſcorrere il bronzo dalla fornace dentro le forme.

2.° Il perfetto miſchiamento de'componenti.

3.° L'adattarſi eſattamente il bronzo dentro le forme, onde il pezzo non rieſca sfigurato.

4.° Il non eſſervi quelle caverne nell'anima, che rendono pericoloſo ai cannonieri l'uſo del pezzo.

Vediamo prima d'ogni coſa come ſi componga il bronzo nelle gran fornaci, dopo del che eſamineremo quali ſono le avvertenze da praticarſi per ottenere il buon eſito del getto per quanto dall'arte dipende.

108. Per comporre il bronzo ſi peſano prima d'ogni coſa i metalli vergini, proporzionandone le doſi ſecondochè è ſtato detto. Queſti metalli ſi collocano in vicinanza della fornace, ed appicciatovi il fuoco, ſi fa la medeſima ſcaldare per quattro, o cinque ore così vota, ed allorchè ſi vede ben arroventita ſi cominciano a

mettere

mettere alcuni pani di rame dentro le ſue porte per farli ſcaldare, i quali, dopo che ſono roventi, ſi fanno ſcorrere nel piano del forno, e, rimettendo altri pani nelle porte, ſi proſeguiſce l'operazione, finchè tutto il rame ſia introdotto nella fornace, e ben liquefatto; giovando talora, per agevolare queſto ſcioglimento, gettarvi ſopra una porzione di ſtagno (§. 24). Dopo che la materia dentro il forno è divenuta ben fluida, ſi cavano fuori le ſcorie per mezzo di una meſtola di legno; indi, ſe del bronzo l'ottone dee eſſere parte, ſi mette anche queſto dentro le porte, e quando è arroventito, ſi fa ſcorrere nel forno, e colla meſtola ſi procura di confonderlo col rame. Allorchè ſi ſcorge tutta la materia ben liquefatta, ſi getta in eſſa a dirittura lo ſtagno, e s'accreſce il fuoco, che ſi continua ancora per mezz'ora, o per un'ora, finchè la liquefazione ſia baſtantemente calda, e ſi crede, che queſta abbia il conveniente grado di calore, allorchè le ſcorie galleggianti ſulla ſuperficie del liquido ſi dividono da ſe, e s'allontanano, laſciando comparire nella loro diſgiunzione la liquefazione rilucente

come uno ſpecchio : allora ſi cavano quelle altre ſcorie, che ancora trovanſi nella fornace, e dopo d' avere colla meſtola rimeſcolate ben bene le materie liquefatte, affinchè il meſcuglio diventi eſatto, ſi apre il buco del forno per fare ſcorrere il bronzo nelle forme.

Se poi l' ottone non ſarà parte del bronzo, dopo che ſi ſaranno cavate le prime ſcorie, ſi getterà a dirittura lo ſtagno dentro il forno; ed allorchè ſi ſcorgerà la liquefazione baſtantemente calda, ſi rimeſcolerà ben bene colla meſtola, e indi s' aprirà il buco del forno.

109. Qualora ſi debbono rifondere cannoni, mortai, ſopraggetti, o altri lavori di bronzo per formarne artiglierie nuove, fa d' uopo, prima d' ogni coſa, eſplorare la tenacità e la durezza di ciaſcun pezzo, che ſi vuol porre dentro la fornace, ognivoltachè la qualità di queſti bronzi non ci ſia nota, a fine di ſcoprire, ſe ſi dee aggiugnere qualche porzione di ſtagno, o di rame per formare il miſto della qualità, che ſi deſidera.

Riconoſciuta a tenore degli indirizzi dati (§. 30, 31) la qualità di ciaſchedun pezzo, che ſi dee introdurre nella

fornace, e ſtabilite le aggiunte, che ſi riconoſceranno neceſſarie, ſi getteranno alcune verghe ſecondo l' ideata nuova compoſizione, prendendone da ciaſchedun pezzo una porzione relativa al ſuo peſo, indi ſi ſottoporranno eſſe verghe alle convenienti ſperienze per oſſervare ſe la loro durezza e tenacità corriſponde al bronzo di norma; e occorrendo, che s' incontrino materiali talmente infetti, che non ſi poſſa ottenere nel nuovo compoſto la durezza, e la tenacità al ſegno, che ſi conviene, ſi dovranno aſſolutamente rifiutare, potendoſi al più uſare queſte materie per formarne mortai petrieri.

Accertata colle diviſate ſperienze la nuova compoſizione, ſi appiccia fuoco alla fornace, e ſi fanno ſciorre le materie a tenore delle coſe dette nell' antecedente paragrafo; ma perchè, nella neceſſità di laſciare per tempo notabile il bronzo liquefatto dentro il forno, ſuccedono delle calcinazioni, in cui lo ſtagno trovaſi in maggior proporzione del rame (§. 24), così, dopo che ſi saranno introdotti nella fornace tutti i bronzi pertinenti alla nuova compoſizione, ſi

dovrà ancora aggiugnere una porzione di ſtagno per riparare, e compenſare il diviſato maggior conſumamento. Queſt' aggiunta è ſempre ſtata giudicata neceſſaria infino da coloro, che componevano il bronzo dolce per le artiglierie, e la quantità da aggiugnerſi è ſtata regolata a uno in due per cento, ſecondochè il bronzo introdotto da principio nella fornace ſtà in liquefazione per un tempo più, o meno lungo.

Per giudicare, dopo che le materie ſono liquefatte, come ſia la quantità dello ſtagno, ſi uſa l' oſſervazione, e la ſperienza. La fiamma chiara denota l'abbondanza dello ſtagno. Qualora poi la medeſima ſi manifeſta roſſa, è ſegno, che lo ſtagno trovaſi ſcarſo nel miſto, e, ſe eſſa fiamma verdeggia, ſi conchiude, che lo ſtagno è ſcarſiſſimo. Prima poi di aprire il buco del forno ſi rimeſcola ben bene la compoſizione, e ſe ſi avrà luogo a dubitare, che il bronzo non ſia a dovere, col mezzo di un cucchiaione di ferro ſe ne prenderà una porzione, e ſe ne formeranno alcune verghe, le quali, dopo che ſaranno fredde, ſi eſporranno alle convenienti ſperienze.

Ognivoltachè il bronzo posto da principio dentro la fornace conterrà una porzione d' ottone, siccome questo, poco prima che segua il getto, si troverà spogliato del zinco (§. 23), così, se si vorrà, che del nuovo misto l' ottone sia anche parte, converrà porne nel forno la conveniente dose, la quale per li motivi addotti (§. 28) non dee eccedere la metà dello stagno, che entra nella composizione del bronzo.

110. Il motivo, per cui si fa arroventire il forno prima d' introdurvi il rame (§. 108), è fondato sul necessario grado di calore pel buon esito del getto: imperciocchè, se s' introducesse il rame prima che il forno fosse ben caldo, succederebbe, che il suolo in tal guisa coperto più non potrebbe essere scaldato al segno, che richiedesi, onde la liquefazione toccante il detto suolo sarebbe poi mancante del necessario calore. A fine pure di non isminuire il calore dentro il forno, e nel metallo già liquefatto, si vanno introducendo poco per volta le restanti materie, e si fanno arroventire prima di farle scorrere nel suolo del forno.

Si mette l'ottone, e lo ſtagno dentro il forno, dopo che la materia di già introdotta è ben fluida, e poco prima, che ſegua il getto, per evitare, quant'è poſſibile, la ſublimazione del zinco, e la maggior calcinazione dello ſtagno (§. 22, 23, 24), e ſi rimeſcolano colla meſtola le materie prima di aprire il buco del forno, ſtantechè il movimento prodotto dal fuoco nella liquefazione non baſta ſempre a miſchiare perfettamente i metalli componenti il bronzo.

Allorchè ſi debbono rifondere artiglierie, in cui il bronzo è ſcarſo di ſtagno, ſogliono i fonditori introdurre dentro la fornace uno, o due cannoni di gran calibro prima di appicciarvi il fuoco, uſando la precauzione di diſporli in modo, che reſti, quanto più è poſſibile, ſcoperto il ſuolo del forno, ed in oltre moderano il fuoco nelle cinque prime ore, affinchè, ſcaldandoſi a dovere il ſuolo ſuddetto, non ſi liquefaccia ancora il bronzo.

Qualora poi ſi tratta di rifondere un bronzo molto carico di ſtagno, come è quello delle campane, ſiccome la grand' abbondanza d' eſſo ſtagno facilita

assai la liquefazione (§. 24) di tutto il misto, così non hanno difficoltà i fonditori di mettere una gran quantità di questo bronzo dentro la fornace prima di appicciarvi il fuoco, ma usano l'avvertenza di disporre i pezzi della campana rotta in modo, che la fiamma possa circolare fra questi avanti che ne segua la liquefazione, e moderano da principio il fuoco a fine di scaldare a dovere il suolo del forno prima che cominci la liquefazione delle materie, e, come dicono gli artieri, *a far bagno.*

111. Quantunque si possa riparare in parte la calcinazione del rame, e dello stagno, ponendo di tanto in tanto dentro la fornace materie flogistiche, nulladimeno nelle gran fonderie si crede ben fatto di non praticare questo ripiego, e di riserbare ad altro tempo l' avvivare le scorie nate dentro il forno, contentandosi i fonditori di prevenire la calcinazione del bronzo solamente quando scorre ne' canali, col fare a tal fine colare in questi materie untuose, come sono il lardo, il cevo ec.

112. Detto abbiamo (§. 108), che si dee aprire il buco del forno, allorchè

la liquefazione è baſtantemente calda; imperciocchè, ſe il getto ſeguirà in tempo, che la liquefazione ſarà eceeſſivamente calda, o pure ſarà mancante del neceſſario calore per ben adattarſi nelle forme, i cannoni in ambedue queſte circoſtanze non riuſciranno con quella perfezione, che aver debbono.

Allorchè ſi riflette eſſere lo ſtagno un fondente del rame, ſembra a prima viſta, che queſti due metalli debbano meſcolarſi eſattamente da loro ſteſſi nel tempo, che ſono in fuſione, e che più non debbáno ſepararſi, dopo d'eſſerſi meſcolati, come appunto s' oſſerva ſuccedere nelle operazioni docimaſtiche, che ſi fanno ne' laboratoi metallurgici: ma, qualora ſi tratta del getto delle artiglierie, la ſperienza dimoſtra una varietà d' effetti: imperciocchè i cannoni nuovi rieſcono ordinariamente più duri in culatta di quanto ſieno verſo la bocca, ed i loro ſopraggetti ſono ſempre più ſcarſi di ſtagno di quello ſia la culatta del pezzo. Se col medeſimo bronzo ſquagliato a dovere ſi getteranno ſagri, e pezzi di batteria, ſi troverà, che nel cannone da ll. 4 la differenza nella durezza tra la cu-

latta, e la bocca è poca, perchè in queste forme il bronzo si rappiglia presto, e che nel cannone da ll. 32 essa differenza è notabile, atteso il maggior tempo, che la liquefazione impiega nel rappigliarsi in queste forme. Ognivoltachè il fonditore non chiude esattamente la commessura tra la forma, e la culatta, avviene, e segnatamente ne' pezzi di gran calibro, che per quelle tenui disgiunzioni trapeli una quantità di stagno, in cui a pena evvi qualche mescuglio di rame. Nell' esterno di vari cannoni si sono osservate porzioni ragguardevoli di stagno quasi che puro, disposto ora in lunghe striscie serpeggianti, ed ora raccolto in qualche irregolar caverna prodotta dal rame. Tali separazioni si sono anche manifestate di quando in quando nel sito del focone, il quale negli spari dilatavasi irregolarmente, mentre in altri cannoni ricavati dalla stessa liquefazione poco men che regolare riusciva essa dilatazione; e sebbene tali irregolarità sieno procedute in alcuni cannoni da caverne, che s'incontravano vicino al canale, che formava il focone, in altri pezzi però non si è mai manifestato vano di sorta

alcuna, non ostante che dopo ciascheduno sparo si esaminasse l'irregolar dilatazione d'esso focone.

Fra gli diversi cannoni, che sono stati osservati, uno era da ll. 4, il quale nel 1732 si fece servire in Alessandria per lo sparo della Scuola pratica. In sessanta tiri, che si fecero con questo pezzo, il focone si dilatò bizzarramente: imperciocchè oltre all'essersi ampliato quasi del triplo il diametro del focone, si formò una fessura, che dall'orificio d'esso focone dilatato si distendeva verso la bocca del pezzo serpeggiando per la lunghezza di once $1\frac{1}{4}$, ed era la sua maggior larghezza di $\frac{1}{4}$ d'oncia, e la minore di $\frac{1}{6}$; ed essendosi collo scalpello dilatata essa fessura per mettere a questo pezzo un grano a caldo, si osservò uno strato di stagno verticale, il quale dall'esterno del pezzo piombava verso il cielo dell'anima, e questo strato si incideva collo scalpello assai più facilmente di ciò far si potesse nel bronzo, che lo circondava.

Le ſpecificate ſeparazioni ſi attribuiſcono alla proprietà, che ha il rame di conſolidarſi aſſai prima dello ſtagno, dal che avviene che, rimanendo queſto ultimo metallo ancora fluido per qualche tempo, tende col ſuo peſo a penetrare, e trapelare fra gl' interſtizi delle parti del rame già conſolidate, ed a diſcendere d' alto in baſſo, e ſpecialmente nelle caverne formate dal rame.

113. Le diviſate ſeparazioni fra i metalli componenti il bronzo furono già oſſervate prima del corrente ſecolo, e per rimediarvi furono dagli artieri di que' tempi uſati diverſi ripieghi. Gli uni gettavano una doſe di ſtagno ne' canali, mentre il bronzo per queſti ſcorreva, e che la liquefazione già empiva i due terzi della lunghezza della forma; altri penſarono, che coll' adoperare l' ottone nella formazione del bronzo s' impediva qualunque ſeparazione. Altri cercarono di raffreddare il bronzo già raccolto entro la forma col cavarne le anime di ferro ancora roventi, e col gettare acqua dentro l' incavo da queſte laſciato. Altri finalmente s' appigliarono al ripiego di fare i ſopraggetti molto lunghi,

a fine di condenſare talmente il rame, quando ſi rappiglia, che lo ſtagno ancora fluido, e ſparſo fra le particelle del rame più non trovi vani ſufficienti per trapelare, e diſcendere.

La ſperienza dimoſtra, che queſt'ultimo ripiego è aſſai proprio; imperciocchè ſi trova, che la differenza fra la durezza della culatta, e quella della volata è meno conſiderabile ne' pezzi di gran calibro formati in queſte circoſtanze, e che eſſa differenza rieſce quaſi inſenſibile ne' ſagri.

114. La gran fluidità nel bronzo s'ottiene non ſolo con un fuoco molto attivo, ma ancora con un fuoco minore coadiuvato però da diſſolventi. Noi abbiamo già oſſervato in più luoghi, che lo ſtagno è un diſſolvente del rame, giacchè ne facilita, e ne accelera la liquefazione, e di queſta ne accreſce la fluidità; ma ſiccome non ſi può accreſcere lo ſtagno ſenza mutare la qualità del bronzo, così queſto diſſolvente ſi uſa fino a quel ſegno ſolamente, che eſige la compoſizione di quel tale determinato bronzo.

Fra gli altri diſſolventi il *tartaro*, ed il *ſalnitro* ſono molto potenti. Queſti

due diſſolventi ſi ſogliono da molti Chimici meſcolare inſieme, chiamando *fluſſo bianco* la miſtura in ugual porzione di tartaro, e di ſalnitro, e *fluſſo negro*, allorchè la quantità del tartaro è doppia del ſalnitro. La grande attività di queſti due fluſſi, e ſpecialmente del primo eſige che, facendoſene uſo, ſia con molta parſimonia, e circonſpezione per evitare i danni, che per cagione del gran movimento naſcerebbero nella fornace; oltrechè i getti, che ſi fanno col bronzo eceſſivamente caldo, producono ſovente un metallo ſpugnoſo, e ſpecialmente nella volata del cannone, per cui, venendo il pezzo empiuto coll' acqua, traſuda poi, e gocciola da molte bande.

S'adopera il ſolo tartaro allora quando regna un afa nell' atmosfera, onde per mancanza di attività nel fuoco il bronzo ſquagliato nella fornace ſtenta ad acquiſtare la neceſſaria fluidità; ma, quando il fuoco baſta da ſe ſolo a produrre la fluidità, che ſi conviene, in queſto caſo i fonditori ſi contentano di agitare fortemente colla meſtola la liquefazione poco prima di aprire il buco del forno, ed anche dopo che è aperto: ricavan-

dosi dalla sperienza, che questo ripiego è idoneo a rendere omogeneo il miscuglio: imperciocchè, se nel tempo, che il bronzo scorre ne' canali, se ne prende con un cucchiaione, e si formano alcune verghe in principio, nel mezzo, e verso il fine del getto, si trova, che queste verghe sono fra loro omogenee.

115. Se nel bronzo liquefatto l'eccessivo movimento cagionato dal fuoco, o dalla combinazione di questo con un dissolvente è contrario alla buona riuscita del getto, la mancanza di calore è parimente perniciosa. Oltre l'imperfetto mischiamento, che da tale mancanza succede nei componenti, avviene ancora, che la materia liquefatta s'adatta assai male nelle forme, onde si producono incavi, e caverne di conseguenza nell'esterno del pezzo, e riescono così mal legate fra esse le parti metalliche, che nelle sperienze d'approvazione il solo scuotimento dello sparo produce talora disgiunzioni, e fessure, le quali non si possono attribuire nè alla qualità intrinseca del bronzo, nè alla tenue grossezza del pezzo; avvegnachè queste esterne disgiunzioni non comunicano, nè si

estendono sino all' anima. Dalla stessa mancanza di calore nascono pure i vani, che s' osservano negli ornati, e bassi rilievi del pezzo.

Importa quì osservare, che la mancanza di calore nella liquefazione non nasce sempre dal non abbruciarsi legna a sufficienza. Perocchè è avvenuto alcune volte, che sia stato necessario il continuare il fuoco per 36, ed anche per 48 ore, a fine di produrre nel bronzo quel grado di fluidità, che altre volte colle stesse materie poste nella medesima fornace, e colla medesima qualità di legna s' aveva in 16, o in 18 ore. E' proceduto qualche volta un somigliante fenomeno da un grand' afa, che regnava nell' atmosfera, per cui la legna più non poteva ardere con quella attività, che si conveniva. Altre volte poi, essendosi omesso di levare le ceneri al di sotto della grata di ferro, su cui ardono le legna, più non potea il fuoco essere bastantemente commosso di sotto dall' aria; onde, non potendosi riverberare la fiamma sulla liquefazione con quell' attività, che si conviene, stentava a dare il necessario grado di calore al metallo sciolto.

116. I principali accidenti, che con tutta la perizia rendono incerto il buon esito del getto, dipendono dalle mutazioni dell' atmosfera, e dalle caverne, che si generano nei siti perniciosi, o pericolosi all'uso de' cannoni. Se, mentre il bronzo scorre dalla fornace nelle forme, si leva un soffio d' aria molto fredda, è bastante questo a sminuire la fluidità del bronzo a segno tale, che le sue particelle nel consolidarsi acquistano poca tenacità fra loro. Se, dopo d' aver fatto ricuocere le forme, l'atmosfera si carica di molti vapori, queste se ne imbevono talmente, che il bronzo liquefatto nel cascarvi dentro stride, gorgoglia, e malamente in esse s' adatta, riducendo nel tempo stesso in vapori una parte dell' umido attratto dalle forme, i quali escono con tant' impeto, che non permettono lo stare affacciati nella parte superiore della forma; quando all' opposito esatto, uniforme, e con minore strepito si fa l' adattamento del bronzo nelle forme, allorchè queste contengono poco umido: ricavandosi da reiterate sperienze che, qualora il bronzo liquefatto si vota dentro un recipiente caldo, questo

metallo

metallo vi si adatta assai bene, e diventa anche più tenace, e più compatto, ma però meno duro di quello riesca dentro un recipiente freddo.

117. Essendo le caverne nel bronzo un effetto della proprietà del rame congiunto talvolta cogli accidenti dell' aria, e dell' umido contenuto nell' atmosfera, o nelle forme, si generano tali caverne indistintamente nell' anima, ed anche intrinsecamente nelle grossezze del cannone, senza che si possano impedire, e specialmente riguardo al sito, in cui nascono, ognivoltachè lo stagno è scarso nel misto; ma se lo stagno sarà in gran quantità, come è nel bronzo delle campane, sarà caso raro, che si manifesti qualche picciola caverna, salvo che si faccia seguire il getto in tempo, che la liquefazione non è ancora bastantemente calda. Se nella costruzione de' cannoni la quantità dello stagno s' accosterà al sedici per cento, e s' avrà l' avvertenza nelle forme di fare il sopraggetto lungo più, che sia fattevole, aprendosi il buco del forno, quando la liquefazione è calda a dovere, e ben rimescolata, sarà anche caso

raro, che s' incontrino caverne pregiudiziali al pezzo.

Siccome però l' arte non ha ancora trovate maniere atte a misurare il grado di calore nelle fornaci delle artiglierie, e che per distinguerlo convien ricorrere a osservazioni soggette a equivoci (§. 107), così il buon esito della fondita, che dal conveniente grado di calore dipende, trovasi necessariamente rinchiuso fra certi limiti, i quali riusciranno però fra essi meno distanti, a misura che il fonditore unirà alla pratica diligenti osservazioni, ed un retto discernimento.

118. Dal fin quì detto intorno il bronzo per le artiglierie, e la maniera di gettarle, si scorge facilmente, che due cose convien distinguere. Consiste la prima nella necessità di avere certe determinate qualità fisiche nel bronzo, senza le quali non possono le artiglierie resistere alle forze, che tendono a rovinarle (cap. II), e riducesi la seconda all'arte di fare squagliare il bronzo, e di gettarlo. Le osservazioni, e le sperienze, per cui e si dimostra quali esser debbono le proprietà fisiche nella materia costituente le armi

da fuoco, e di esse se ne assegna il grado, sono proprie degli Artiglieri, a cui s' appartiene il farle, e spettano immediatamente ai fonditori quelle altre notizie, che costituiscono l' arte di formare un bronzo a seconda di certe determinate dosi ne' componenti, di farlo liquefare, e di gettare cannoni, mortai, ed altri somiglianti lavori secondo un proposto disegno. Dal non essersi badato a questa distinzione è avvenuto in molte fonderie, che siasi lasciato alla semplice cura degli artefici il formare buone artiglierie, i quali, siccome o non conoscevano la necessità assoluta di avere quelle tali proprietà fisiche nel bronzo, o perchè ignoravano il modo di procurarsele, componevano poi il detto bronzo a caso, e quindi una diversità grande bene spesso incontravasi nella resistenza delle artiglierie fatte dallo stesso fonditore (§. 41), e sul medesimo disegno.

CAPO VIII.

Del Focone delle Artiglierie.

119. La pofitura del focone delle Artiglierie contribuifce, come già fi diffe nell' Efame della polvere, a modificare l' accenfione, e l' abbruciamento della carica, e quindi a diverfificarne la forza. Se nel cannone ABM (fig. 8) fi TAVOLA III. FIGURA 8. farà il focone QP in fito tale, che la fua eftremità Q corrifponda alla metà della lunghezza AN della carica, farà quefta pofitura la più vantaggiofa per ottenere la forza maffima da una data carica; ma perchè in quefta difpofizione la culatta del pezzo rimbalza fortemente, non oftante ch' effa preponderi a tenore del §. 84, e che col difordinare i tiri rende vano l' ufo dell' arma, così, per togliere il divifato movimento irregolare, fa d' uopo praticare il focone nel fito AC corrifpondente al fondo dell' anima. Se quefto fondo, in vece d' effere un emisfero, fi farà piatto, s' otterrà con tale ripiego tutta la carica più vicina al focone, e quindi una più copiofa accenfione, per cui fi produrrà forza maggiore

ſenza però cagionare nel pezzo l' accennato rimbalzo.

120. Il camerino praticato nel fondo dell' anima, al quale ſi fa corriſpondere il focone, è ſoggetto a un inconveniente conſiderabile, il quale è lo sfiguramento d' eſſo camerino, per cui ſi generano poi caverne pernicioſe ai cannonieri nel caricare il pezzo.

Fra i molti riſcontri, che di ſomiglianti fenomeni addurre ſi poſſono, è concludentiſſimo quello manifeſtatoſi nel cannone Sarcofago in occaſione, che ſi ſono fatte le ſperienze deſcritte (§. 36). Aveva queſto cannone nell' aſſe dell' anima un camerino di figura cilindrica ABCD (fig. 9), il cui diametro AC era di $\frac{10}{144}$ di un piede, e la lunghezza AB di $\frac{16}{144}$. Il buco inferiore F del focone FG era diſtante $\frac{11}{144}$ dall' orificio A. La parte FN del focone attraverſava il bronzo coſtituente il cannone per la lunghezza di $\frac{30}{144}$, e la rimanente porzione GN era formata colle vite di ferro HLKM

TAVOLA III. FIGURA 9.

lunga $\frac{18}{144}$, ed era queſto ferro ſtato manipolato a dovere. Dopo d' aver fatto cinquecento ſpari con queſto pezzo, s'è oſſervato, che il bronzo nel ſito F era molto corroſo, che lo ſteſſo era ſucceduto tutto d' intorno l' orificio A C del camerino, e che la parte ſuperiore PABF era notabilmente sfigurata per cagione d' alcuni ſolchi, che s' eſtendevano verſo N. Tutte queſte corroſioni ſi ſono poi maggiormente accreſciute in altri trecento ſpari, di modo che i mentovati ſolchi ſi ſono inoltrati verſo N per l' eſtenſione di un' oncia, e lo sfiguramento del camerino, e del focone è riuſcito ſecondochè vien diſegnato dal punteggiamento QQ.

La parte NG del focone attraverſante la vite di ferro eraſi dilatata quaſi che regolarmente, ed aveva acquiſtata un diametro in circa doppio del primiero, onde per conto di queſto grano ſi potevano fare molti altri ſpari ſenza pericolo, che il medeſimo ſi sfoconaſſe ſoverchiamente; eſſendoſi in oltre oſſervato, che queſta vite non ſi è mai moſſa dal ſuo ſito.

L' esito di questa sola sperienza basta per far conoscere la necessità, in cui siamo, di escludere il camerino dai cannoni.

121. Moltissime osservazioni, e sperienze si potrebbero poi addurre per dimostrare che, quando il focone corrisponde al cielo dell' anima, difficilmente questa si sfigura, e che, qualora succede qualche corrosione in essa, ciò si fa solamente d' intorno l' orifizio inferiore del focone.

122. Si è già fatto osservare (§. 4), che le artiglierie si sfoconano più facilmente a misura, che il bronzo è più carico di stagno, e nel Capo secondo si è dimostrata la necessità di avere durezza ne' cannoni, e di schivare le caverne nell' anima, le quali condizioni non si possono ottenere senza abbondare nello stagno a segno tale, che le artiglierie si sfoconano poi in pochi spari. Ora, siccome un pezzo molto sfoconato somministra tiri irregolari, e molto deboli, così fa di mestiere aver ricorso a qualche spediente, per cui, senza alterare le divisate qualità necessarie nel bronzo, *si pratichi il focone in qualche materia molto resistente*, e *venendo questo*

colla moltiplicità degli ſpari a dilatarſi ſoverchiamente, ſi poſſa con facilità, e preſtezza riparare il pezzo sfoconato.

Fra tutti gli ſpedienti fin'ora cogniti il migliore è quello, in cui, *prima di ſervirſi delle artiglierie in fazione, s' adatta a ciaſcun pezzo un grano a vite, il quale ſi può levare a piacimento per ſuppeditarne un altro.*

123. Facendo delle ſperienze in una maniera concludente per determinare la reſiſtenza de' metalli ſemplici, e compoſti adoperati in qualità di grano, ſi trova, generalmente parlando, ch' eſſa reſiſtenza è proporzionale alla difficoltà, che i medeſimi poſti entro il crogiuolo incontrano nel liquefarſi; ma per diſcendere al particolare ſi dirà che, avendo fatto delle ſperienze colla macchina deſcritta (Eſame della polvere §. 139), è riſultato, che i ſeguenti metalli reſiſtono maggiormente ſecondo l' ordine, con cui ſono deſcritti, incominciando dal più reſiſtente.

1.° Il Ferro da fucina ben manipolato, e ben condenſato col martello.

2.° La Ghiſa di ſeconda colata.

3.° Il Rame puro.

4.° L' Ottone di Germania.

5.° Il Bronzo composto con un ottavo di stagno.

6.° L' Oro di coppella.

7.° L' Argento di coppella.

8.° Il Piombo.

9.° Lo Stagno.

Fra questi metalli i tre primi resistono considerabilmente all' azione del fluido elastico, il quale esce pel focone, ma il ferro da fucina è il solo, che possa adoperarsi con sicurezza in qualità di grano a vite (§. 122).

Il bronzo, che contiene lo stagno in ragione di sedici in dieciotto per cento, si corrode più facilmente dell' oro di coppella; ma, se ne conterrà solamente in ragione di quattro in cinque per cento, riuscirà assai più resistente dell' ottone di Germania. Da quì è avvenuto, come già si disse altrove, che il bronzo di lega dolce si è mantenuto lungamente in credito.

Si dee quì osservare, che le assegnate resistenze sono soltanto relative, e che le assolute non si possono fissare salvo in certe determinate circostanze; im-

perciocchè, a misura che si muta la qualità, o la quantità della polvere, o che si ricalcano maggiormente gli stoppacci, o che si riscalda il pezzo colla frequenza de' tiri, il focone praticato nella stessa materia si corrode più presto.

124. La prima idea, ch' ebbero i nostri Predecessori intorno lo sfoconamento delle artiglierie, fu il riparare i danni coll' apposizione di un grano. A quest' idea succedette l' altra di prevenire, o almeno di ritardare esso sfoconamento, inceppando a tal fine un pezzo di rame, o di ferro entro le forme de' cannoni, prima che ne seguisse il getto, il qual ripiego fu poi abbandonato, avvegnachè il bronzo squagliato, che cascava nelle forme, gorgogliava, e produceva molte caverne nel toccare somiglianti corpi freddi.

Quattro sono le principali maniere per l' addietro praticate nell' apporre il grano alle artiglierie sfoconate. Consiste la prima nel dilatare maggiormente il buco ABCD (fig. 10) prodotto dallo sfoconamento verso il mezzo F G della profondità A C, e di empiere di poi questa cavità con una quantità di bronzo,

TAVOLA III. FIGURA 10.

che si fa squagliare entro un crogiuolo a parte, e, dopo che la liquefazione è rassodata, si forma col trapano il nuovo focone HK. La seconda maniera è simile alla prima col solo divario, che il buco ABCD s' empie con una quantità di rame, che s' è fatta squagliare entro un crogiuolo.

Si pratica la terza maniera, allorchè, dopo d'aver preparato, come sovra, il buco ABCD, vi si adatta il grano di ferro P (fig. 11), il quale ha esternamente alcuni risalti Q; indi col bronzo squagliato entro un crogiuolo s'empiono gl' interstizi L, M, affinchè, nel consolidarsi la liquefazione, il grano P si trovi fortemente rattenuto, dopo del che si fa il nuovo focone HK. TAVOLA IV. FIGURA 11.

La quarta maniera consiste nel convertire il focone soverchiamente dilatato in una figura conotronca AMKE (fig. 12), in cui, dopo d'aver fatte le spire EQRKBNA, s'adatta una vite esatta di ferro, nel cui asse si buca il nuovo focone FG. TAVOLA IV. FIGURA 12.

Le divisate maniere di riparare le artiglierie sfoconate provvedono solamente a misura dei danni, che seguono in

ciaſchedun pezzo, e ſono le une meno imperfette delle altre: imperciocchè, qualora ſi pratica la prima, avviene, che il pezzo ſi sfocona un' altra volta con preſtezza maggiore a miſura, che lo ſtagno abbonda nel bronzo. La ſeconda maniera ſomminiſtra un focone più reſiſtente, ma accade talvolta, che in fazione il rame ſi ſtacca tutto d' intorno dalle pareti dell'incavo, ed, atteſa la ſua arrendevolezza, allungandoſi ſoverchiamente, il grano ſalta per aria. La terza maniera rieſce migliore delle due precedenti, avvegnachè il grano reſiſte lungamente, e non ſoggiace ai riferiti inconvenienti. Nel praticare la quarta maniera fa d'uopo venire a un maggior lavoro per preparare il buco; ma, dopo che queſto è preparato, ſi può poi far ſervire per adattarvi altre viti, allorchè la prima è corroſa dagli ſpari. Per altro il modo, con cui per lo paſſato s' adoperava il grano a vite, era molto imperfetto, avvegnachè ſe ne faceſſe di vari diametri a miſura della corroſione diverſa ſeguita in ciaſchedun pezzo particolare.

125. A fine in tanto di approfittarſi di tutti i vantaggi del grano di ferro a

vite, e renderne l' uſo più ſemplice, pronto, ed univerſale, è neceſſario

1.° Che in tempo di pace s'applichi alle artiglierie, e ſpecialmente a quelle, che ſervir debbono nell' eſpugnazione, e difeſa delle fortezze, s' applichi, dico, il grano di ferro a vite in una delle due maniere eſpreſſe nelle figure 12, e 13, il qual grano dee eſſere formato ſul medeſimo modello per tutti i pezzi dello ſteſſo calibro, affinchè, avendo un competente numero di queſte viti preparate, ſi poſſano poi adattare indiſtintamente a qualſivoglia cannone dello ſteſſo calibro. TAV.IV.

2.° La teſta di ciaſcheduna vite dee eſſere configurata in modo, che ſi poſſa facilmente afferrare con qualche ordigno per cavarla a piacimento dalla matrice, o per rinſerrarvela maggiormente, e dee ancora il fondo della vite inoltrarſi nel pezzo, finchè arrivi al cielo dell'anima.

3.° Per non debilitare il pezzo in culatta, dovrà il diametro della vite eſſere minore di $\frac{DQ}{2}$ (fig. 12), e per non eſſere obbligati a cambiar ſoventi eſſa vite, ſi procurerà, che il ſuo diametro non ſia minore di $\frac{DQ}{4}$.

4.° S'avranno poi tutti i vantaggi desiderabili per conto della positura del focone (§. 119), ognivoltachè questo corrisponderà al fondo dell'anima del pezzo, e che esso fondo sarà piatto.

Se il divisato meccanismo si lavorerà con quell'esattezza, che facilmente si può ottenere dagli artieri, si troverà, che il medesimo è resistente oltre il bisognevole, nè vi sarà pericolo, che in fazione il fuoco s'introduca fra le spire a segno di corroderle, o di altrimenti alterarle.

126. Volendo misurare la resistenza del TAV.IV. grano di ferro a vite (fig. 12), si rifletta che, per cedere alla forza della polvere accesa, la quale spigne il grano da F verso G, dee questo essere cacciato fuori dalla matrice, da cui non può uscire se non col lasciarvi dentro le proprie spire, staccandosi per ciò da queste il corpo AMKE del grano, o collo staccare, ed esportare seco le spire della matrice, formando in tal guisa il vano NBDQ, o pure col rompersi, e sfigurarsi le spire d'ambedue. Allorchè si riflette, che la tenacità del ferro supera di gran lunga quella del bronzo, si scorge tosto, che

le ſpire della matrice ceder debbono a preferenza di quelle del grano; per la qual coſa, ſe la circonferenza d'una ſpira corriſpondente al diametro BD ſi chiami $= c$, la lunghezza DQ $= m$, ſarà $= cm$ la ſezione di rottura, che ſi produrrà nella matrice, e queſta ſezione moltiplicata per q eſprimente la tenacità del bronzo, che corriſponde a un piede ſuperficiale, darà cmq per la reſiſtenza, che la matrice oppone, affinchè il grano non ſia cacciato fuori dal ſuo ſito.

Nelle Inſtituzioni fiſico-meccaniche abbiamo la formola $7200nS$ per la preſſione, che un fluido elaſtico eſercita contro una ſuperficie $= S$. Per tanto, ſe la metà del diametro B D ſia $= r$, e la circonferenza $= c$, ſarà $S = \frac{rc}{2}$ la ſuperficie del cerchio, contro cui agiſce il fluido elaſtico in una direzione da F verſo G, e quindi l'eſpreſſione $7200n \times \frac{rc}{2}$. additerà la forza, che la polvere acceſa eſercita contro la baſe del grano.

Se nelle addotte formole ſi ſoſtituiranno i numeri nelle circoſtanze le più ſvantaggioſe alla reſiſtenza del grano,

cioè che ſia $r = \frac{m}{4}$, $n = 1200$ (§. 33), e che il bronzo, eſſendo della qualità meno tenace, ſia riſcaldato al maggior ſegno di fazione, ſarà $mq = 5391360$ libbre (§. 35) la reſiſtenza del grano, ſuppoſto $m = 1$, e ſarà $3600nr = 3600 \times 1200 \times \frac{1}{4} = 1080000$ libbre l'azione della polvere acceſa contro la baſe del grano, cioè a dire che la reſiſtenza della matrice ſarà quintupla e più della forza, che tende a cacciar fuori il grano; onde, per avere l'equilibrio fra la forza motrice, e la reſiſtenza, baſterebbe, che le ſpire foſſero praticate in una porzione QR della lunghezza del grano, la quale foſſe la quinta parte di DQ.

127. Importa quì oſſervare che, qualora la baſe della vite s'avanza ſino al cielo dell'anima, l'azione della polvere contro queſta baſe ſi manifeſta in qualità di preſſione; ma, quando la vite arriva ſolamente in LR, e ſi laſcia il vano DRLB, allora il fluido elaſtico, che ſi ſviluppa dalla carica, va ad urtare contro eſſa baſe con efficacia maggiore a miſura che LR trovaſi più diſtante dal cielo dell'

anima

anima, il qual urto ſupera di gran lunga l' efficacia della preſſione. Le coſe dette nel ſecondo Capo intorno l'impulſione del fluido, la quale produce l'incavo orbicolare nell' anima de' cannoni di lega molle, baſtano per dare un' idea della ſua grand' efficacia, e per far conoſcere, che queſt' oſſervazione è di ſomma importanza.

128. Volendo ſminuire la fattura delle ſpire, ed avere nulladimeno una reſiſtenza nella matrice molto ſuperiore alla forza della polvere, ſi potrà configurare il grano in queſta, od in altra equivalente maniera (fig. 13). Si faranno ſolamente le ſpire da P in L, di modo che ſia PL la metà circa della lunghezza FG del grano, il quale da L in F ſarà pure di figura conotronca HKNH, ed avrà il diametro HH minore di BD, di maniera che formerà il riſalto BHHD, in cui ſi metterà una rotella ſottile di un qualche metallo molto duttile, come a dire di rame puro, affinchè nel ſerrare fortemente la vite nella matrice, eſſa rotella ſi diſtenda, e s' adatti eſattamente tra la vite, e la matrice di modo tale, che impediſca aſſolutamente al fluido in-

TAVOLA IV. FIGURA 13.

fuocato, che dalla carica ſi ſviluppa, di poterſi inoltrare nelle ſpire BD.

Per confrontare la reſiſtenza di queſto meccaniſmo colla forza della polvere, che agiſce contro la baſe KN del grano, ſi farà pure uſo delle formole (§. 131) $3600nrc$ per la forza della polvere, cmq per la reſiſtenza del grano, ſcrivendo $\frac{KN}{2}$ in vece di r, e la circonferenza corriſpondente al diametro KN in vece di c. Nella ſeconda formola poi ſi conſidererà, che la circonferenza $= c$ ſia quella, che ſi compete al diametro BD delle ſpire, e ſi ſcriverà la lunghezza LP in vece di m; e giacchè le circonferenze ſono proporzionali ai diametri, ſi ſcriveranno queſti in vece di quelle, onde le formole ſuddette ſaranno $1800n \times \overline{KN}^2$, $BD \times LP \times q$.

129. Chi farà delle ſperienze immediate per riſcontrare la reſiſtenza, che l' addotta teoria de' grani a vite ſomminiſtra (fig. 12, e 13), troverà, che queſti ſoddisfano abbondevolmente al biſogno. Intanto ſi potrà oſſervare, che quelle fatte nel 1771 alla batteria della Scuola pratica dimoſtrano la bontà de'

due grani adoperati a norma delle fig. 9, e 13, ed afficurano la gente di pura pratica, che la resistenza di somiglianti grani oltrepassa il bisognevole, e che, qualora questi sono sfoconati, si possono levare facilmente, ed essere rimpiazzati da altri (§. 127). In fatti si è fatto osservare (§. 120), che il grano formato secondo la fig. 9 non si è mai mosso dal suo sito in ottocento spari, che si sono fatti col cannone Sarcofago, e nella sperienza descritta (§. 34), in cui il grano a vite era formato a norma della fig. 13, è pure risultato lo stesso; ed essendosi di poi levato il grano, s'è osservato, che il suo meccanismo, non meno che quello della matrice erano illesi, e che nè l'azione della polvere, nè l'acqua, che per ore cinque erasi lasciata dentro il pezzo, non avevano potuto oltrepassare il risalto BHHD per inoltrarsi nelle spire.

Le medesime cose si sono pure osservate lo stesso anno 1771 nel cannone da ll. 32 denominato Passo, il quale, essendo stato sparato nelle medesime circostanze dell'Invincibile (§. 34), aveva pure il grano formato a norma della fig. 13.

Il tempo necessario per levare questo grano dal suo incastro, e per rimpiazzarne un altro è di pochi minuti, e ciò si fa anche con somma facilità in batteria senza scavalcare il pezzo.

CAPO IX.

Dell'Esame, e delle Sperienze per l'approvazione delle Artiglierie nuove.

130. Dall'avere osservato nel capo 7, che il buon esito nel gettare le artiglierie non dipende totalmente dalla perizia, ma che la sorte vi ha parte anch' essa, e volendo il Real servizio somma cautela e su questo punto, e sulle inavvertenze, o altri mancamenti essenziali, che commettere possono i fonditori, d' uopo è per tale cautela, oltre le precauzioni da prendersi prima, e nel tempo del fondere, che i cannoni nuovi, prima d' essere destinati agli usi di guerra, sieno esaminati, ed esposti a varie esperienze, per mezzo delle quali si conosca se sono fatti con quelle condizioni, che dal fonditore, e dal buon esito del getto dipendono. Il fine adunque, per cui

si fanno questi esami, e queste sperienze, è il riconoscere

1.° Se il cannone è fatto secondo il disegno dato al fonditore.

2.° Se nel gettare i pezzi sono nate caverne, spazi voti, sfoglie, o altre disgiunzioni fra le parti metalliche producenti varie disuguaglianze di resistenza nel cannone, di modo che questo possa crepare in fazione, o riuscire pernicioso agli Artiglieri nel caricarlo.

3.° Se la tenacità del bronzo è inferiore a quella, che si conviene alle spessezze del pezzo, e se la durezza esclude l' incavo orbicolare nel sito della carica, quantunque s' adoperi la maggiore di fazione.

131. Per conoscere se il cannone è secondo il disegno, s' adoperano due strumenti denominati uno il *Rigonè*, e l'altro la *Scimia*. Serve il primo per osservare se l' asse dell' anima è situato a dovere, e come sono distribuite le spessezze del cannone, e per mezzo del secondo si disegna sullo stesso rigone con gran precisione l' anima de' cannoni, onde si scoprono, e si determinano i vizi, che sono nelle pareti dell' anima medesima

contrari all'esatta figura cilindrica, che questa aver dee.

Si adopera poi anche lo specchio per vedere tutt' ad un tratto colla luce solare riflessa gl'incavi, i risalti, ed altre simili magagne, che incontrare si possono nell' anima. Il rampinello di ferro, detto il *Gatto*, serve anche per trovare le caverne esistenti nelle pareti dell' anima, e per misurarne la profondità, e il diametro.

132. Per venire in cognizione se le particelle metalliche sono in qualche sito slegate, di modo che dall' interno del pezzo la disgiunzione penetri sino all' esterno, s' empie il pezzo d' acqua, e vi si lascia dentro per due, o tre ore; ed affinchè questa graviti maggiormente, onde passi con più facilità per le disgiunzioni, si colloca il pezzo quasi che perpendicolare, o pure con uno stantuffo si comprime l' acqua, la qual compressione è assai più efficace di quella prodotta dalla sola gravità.

Si dee però avvertire di non fare questa sperienza, quando l' acqua può congelarsi, o che per cagione del freddo le sue particelle scorrono con difficoltà.

133. Se negli esami, e nelle sperienze divisate (§. 131, 132) si scoprono vizi nell'anima capaci di cagionare l'urto della palla nel pezzo, se le caverne sono nel sito della carica, o nel piano dell' anima, se l' asse di questa è fuori di centro, se i perni non sono situati a dovere, se nel cannone si scorgono fessure, incavi, o che in qualche maniera l' acqua trapeli, in somma se il pezzo ha qualche vizio idoneo a cagionarne la rovina, o a sregolare la dirittura de' colpi, e che questi vizi non si possono togliere senza che ne nascano degli altri, si dovrà sempre rifiutare il pezzo.

134. Qualora poi si trovano le cose a dovere, conviene passare ad altre sperienze, colle quali con maggior sicurezza si conosca la riuscita del getto, e se la tenacità, e la durezza del bronzo sono a quel segno, che si conviene. Per tal fine è necessario lo sparare i cannoni in circostanze tali, che in pochi tiri si possano manifestare quelle magagne, e que' vizi, che si manifesterebbero in fazione colla successività di molti spari per causa dell' azione immediata della polvere.

135. Per determinare quale esser dee la carica da adoperarsi nelle sperienze per l'approvazione de' cannoni, è necessario l'avere presenti le principali circostanze, che diversificano dentro un pezzo la forza della polvere dal principio della sua accensione in fondo dell' anima, sino a che il fluido infuocato giunto sia alla bocca del pezzo, le quali modificazioni dimostrate già nell' Esame della polvere riduconsi compendiosamente alle seguenti

1.ª Che la pressione del fluido elastico nel sito della carica non dipende punto dalla quantità della polvere, che s'adopera, purchè sia ugualmente raunata in questo sito, ma dalla resistenza, che il fluido incontra allo sfogo verso la bocca del pezzo, e che le altre ordinate nella scala delle pressioni, venendo dalla culatta verso la bocca, crescono a misura, che maggiore è la quantità della polvere, che tutta s' accende dentro il pezzo.

2.ª Che confrontando due cariche uguali di polvere, ma di qualità diversa, alle quali si oppone ugual resistenza cogli stoppacci, e colla palla, le pres-

fioni, eccettuatane la prima, per cui comincia a moversi la palla; sono maggiori ciascheduna della sua corrispondente colla polvere più gagliarda, dipendendo la maggior differenza fra esse ordinate corrispondenti dalla maggior quantità di fluido, che si sviluppa in tempi uguali nelle due polveri di differente specie. Da ciò avviene poi, che nelle circostanze di fazione l'elasticità del fluido nel sito della carica è anche maggiore colla polvere più gagliarda, non ostante che la pressione, per cui comincia a moversi la palla, sia uguale in ambedue le cariche.

3.ª Che la resistenza allo sfogo del fluido verso la bocca dipende dall' opposizione, che fanno la palla, e gli stoppacci, e dallo sfregamento di questi. Che la resistenza proveniente da questo sfregamento cessa tosto, che gli stoppacci s' allontanano alcun poco dal sito, in cui erano; ma la resistenza, che deriva dalla gravità, continua in tutta la lunghezza del pezzo, ed è maggiore a misura, che si spara il cannone in una maggior elevazione, computandosi questa resistenza nella proporzione de' seni

retti degli angoli d'elevazione, in cui ſeguono gli ſpari.

4.ª Che la forza, con cui il fluido ſviluppatoſi in fondo dell'anima urta nella palla, e ſi riflette lateralmente contro le pareti dell'anima, rieſce più efficace a miſura, che la carica occupa un ſito più lungo, o che s'adopera polvere, che tutta s'abbrucia più preſto; onde più facilmente ſi forma l'incavo orbicolare, ogni-voltachè il bronzo non ha la durezza, che ſi conviene per reſiſtere a queſt'impulſione (§. 37).

136. Dalle fatte premeſſe (§. 134, 135) ſi fa chiaro

1.º Che la carica da adoperarſi nelle ſperienze per l'approvazione de' cannoni non dee mai occupare una lunghezza minore di quella, che occupa la maggior carica, che s'adopera in fazione.

2.º Che il pezzo dee ſpararſi con elevazione maggiore di quella, che aver può, eſſendo incavalcato ſopra la ſua caſſa.

3.º Che la qualità della polvere dee eſſere più gagliarda di quella, che s'adopera in guerra, e la ſua quantità talmente combinata colla maggior reſiſtenza della

palla, e degli stoppacci, che la forza di questa carica stía a quella, che somministra la maggior carica di fazione nella ragione della tenacità del bronzo freddo a quella del bronzo riscaldato al segno, che comincia ad accendere la polvere (§. 35).

4.° Che s'adoperi una palla di materia molle, come sarebbe di piombo, di stagno ec., affinchè, se per qualche movimento irregolare prodotto dalla violenta carica succede l'urto della palla nelle pareti dell'anima, non vi produca l'incavo.

137. Se per tanto si spareranno alcune volte i cannoni nelle descritte circostanze (§. 141), si fa chiaro, che dovranno manifestarsi que' vizi, e quelle magagne, che l'azione immediata della polvere potrebbe far palesi in fazione colla frequenza di molti spari, come sono le disuguaglianze di resistenza, le disgiunzioni fra le particelle del metallo; le caverne interne poco distanti dalle pareti dell'anima, la scarsezza di tenacità, o la poca durezza nel bronzo, per cui si forma l'incavo orbicolare nel sito della palla. Nè vi sarà pericolo in queste spe-

rienze di guaſtare i cannoni, ognivoltachè il getto ſia riuſcito a dovere, che il bronzo ſia di qualità conveniente, e che le ſpeſſezze del pezzo ſieno ſtate proporzionate a norma delle regole date.

Terminati gli ſpari, ſi dee empiere di nuovo il pezzo d' acqua per oſſervare ſe queſta trapeli in qualche parte, indi viſitarlo per mezzo dello ſpecchio, del gatto, e della ſcimia, e trovandolo a dovere, approvarlo: ma dovrà rifiutarſi, ſe ſi ſcorgerà in eſſo qualche coſa, che ſia eſſenzialmente pregiudiziale al ſuo buon uſo (§. 133).

138. Alcuni de' difetti, che s' incontrano nelle artiglierie, o ſi conſiderano di neſſun momento, o pure ſi giudicano pernicioſi al buon uſo del pezzo, ſecondochè varia è la loro grandezza, come ſono l' eccentricità dell' anima, il numero, l' ampiezza, ed il ſito delle caverne, la poſitura del focone ec.; perciocchè di queſte, e di altre ſomiglianti coſe ſe ne fiſſano i limiti ne' contratti, che ſi fanno coi fonditori.

Nel fiſſare queſti limiti ſi debbono evitare le grandi tolleranze, che laſciano incerto il buon uſo del cannone, e ſchi-

vare quella ſoverchia, e ſcrupoloſa preciſione, che ad altro non ſerve, ſe non a far rincarare il prezzo, che eſigono i fonditori pel getto delle artiglierie ſottopoſte ai troppo minuti ſcrutini.

139. I cannoni nuovi di ghiſa debbono pure ſoggiacere alle medeſime viſite, e ſperienze deſcritte per gli cannoni di bronzo, col divario però che, ſiccome in queſti pezzi ſiamo ſicuri d' aver durezza ſufficiente per impedire non ſolo l'incavo orbicolare nel ſito della carica, ma quello ancora dell'urto della palla, che ſeguir può tra il detto ſito, e la bocca del pezzo, così ſi potranno ſparare queſti cannoni con palla di ferro, ſenza pericolo di guaſtarli, o creparli, ognivoltachè il getto ſia riuſcito bene, e la ghiſa ſia di buona qualità.

La carica in queſte prove dee eſſere dedotta da quelle oſſervazioni, e ſperienze, che hanno ſervito a determinare le ſpeſſezze del cannone a tenore delle regole date nel Capo 6.

140. Finalmente per ciò, che agli eſami, e alle ſperienze per l' approvazione de' mortai s' appartiene, dovranno queſte farſi col medeſimo fine, e colle ſteſſe re-

gole, ed avvertenze, che additate si sono per approvare i cannoni nuovi, con questo solo divario, che le picciole caverne, i vacui, e le sfoglie, che talvolta s'incontrano nella volata del mortaio, non si hanno in verun conto, salvo che per la moltiplicità, o la gran vicinanza fra di loro si possa congetturare fondatamente, che nell'interno del bronzo esistono vani notabili pregiudiziali al buon uso del mortaio.

PARTE SECONDA

DEI PROIETTI DALLE ARTIGLIERIE.

141. Due sono i mezzi generalissimi, co' quali s' offende l'avversario in guerra, cioè coi proietti, e colle armi da punta e da taglio. Per combattere nella prima maniera gli Antichi adoperavano le Baliste, e le Catapulte, colle quali lanciavano da lontano pietre molto pesanti, e grossi dardi, e nelle distanze minori cacciavano colla fionda, e coll' arco ciotti, e saette. L' invenzione della polverè ha fatto ideare le Artiglierie per iscagliare da diverse distanze bombe, e palle di ferro di differente grossezza, a fine di distruggere uomini, ripari, ed altre fabbriche militari.

Le operazioni, mediante le quali s' ottengono questi effetti, si eseguiscono dai Bassi Uffiziali, e Soldati Artiglieri, e formano per essi un' arte, che dee indispensabilmente essere dedotta da quella serie di principj, e regole, che costituiscono la scienza degli Uffiziali, senza la quale l' uso de' cannoni, e de' mortai

trovasi ridotto a una cieca pratica incapace ne' diversi riscontri di ricavare da queste armi que' vantaggi, per cui il Corpo Reale degli Artiglieri è stato formato, ed è spesato. La ragione additò già a' nostri Predecessori la necessità di dedurre la pratica dai principj, gli animò a tentarne la scoperta, e fece loro più d' una volta conoscere, che in queste indagini non basta, per giugnere alla meta, di avere occhi e mani, e che le sperienze fatte senza cognizione di causa, e senza un vero e giusto discernimento, in vece di recar lume, producono sovente confusione, accrescono le contraddizioni, ed accreditano maggiormente gli errori.

Le notizie fisico-meccaniche fin quì premesse provano bastantemente, che questa scienza è indispensabile agli Uffiziali per disporre, ed operare con quel discernimento, che si conviene. Se ciò non basta ancora per radicare sodamente una tal verità a fine di farne uso nella pratica, quanto si dirà in questa Seconda parte farà toccar con mano, che senza la presente dottrina non è sperabile nelle diverse fazioni di adoperare le artiglierie,

ancorchè perfette, con quel discernimento, che produce *il vantaggio massimo nella maniera la più sicura, la più facile, e la più ecçonomica*, e quindi contribuisce nel miglior modo possibile a conseguire *la Vittoria*, unico oggetto, cui mirano tutte le disposizioni, e le operazioni militari.

142. S' ottiene il divisato vantaggio (§. 141), allorchè in ciascheduno sparo si colpisce il bersaglio in quel modo, e con quell'efficacia, che le circostanze permettono, cioè a dire che i proietti producono *il maggior effetto, di cui sono capaci*, in quel caso particolare.

A tal fine d' uopo è, che chi dirige una batteria consideri il calibro de' pezzi, la loro forma, e le dimensioni, la qualità e quantità della carica, le cause valevoli a modificare considerabilmente la velocità iniziale dei proietti, e la resistenza, che l' aria oppone al loro movimento, la specie e forma d' essi proietti, la qualità, e l' ampiezza del bersaglio, la situazione relativa, ed assoluta fra questo, ed il pezzo d' artiglieria, la disposizione, in cui sono le truppe avverse, e la forma del suolo, in cui trovansi i combattenti.

Esaminiamo tutte queste cose a parte a parte.

CAPO PRIMO.

Delle Velocità iniziali, colle quali le palle di ferro sono cacciate dai cannoni del corrispondente calibro.

143. La velocità iniziale de' proietti dalle armi da fuoco è una di quelle quantità principali, che entrano indispensabilmente nella soluzione de' problemi balistici; ma perchè la qualità, e quantità della polvere, che s' adopera nella carica, la forza, con cui si ricalcano gli stoppacci, l' elevazione, in cui si spara il pezzo, e la lunghezza dell' anima, per cui la palla è stimolata al movimento dalla polvere accesa, sono quelle cause, che diversificano la velocità suddetta, così d' uopo è individuare tutte queste particolarità.

Le cariche de' cannoni, delle quali si ragiona in questa seconda parte, si considerano formate colla nostra polvere da guerra fina, e ben custodita, e adoperate come segue.

1.° Le maggiori cariche di fazione nei cannoni dell'Artiglieria pesante si considerano uguali alla metà del peso della palla nei pezzi da ll. 32, e da ll. 16, e sono esse cariche uguali ai tre quarti del peso della palla ne' Sagri. Queste cariche si adoperano solamente in casi necessitati per li motivi già addotti in più luoghi, e se ne ricalcano gli stoppacci al maggior segno, affinchè la polvere, essendo ben raunata in fondo dell' anima, tutta s'accenda entro il pezzo, e col riuscire più precipitoso l' abbruciamento di ciaschedun granello, riesca anche maggiore la velocità iniziale della palla.

2.° Le cariche ordinarie di fazione sono $\frac{3}{8}$ del peso della palla nei detti pezzi da ll. 32, e da ll. 16, e sono la metà d'esso peso ne' sagri. Queste cariche s'adoperano abitualmente negli assedi, ed in quelle altre fazioni, nelle quali si tratta di atterrare bersagli di qualche consistenza, scavalcare le artiglierie avverse, o battere d' infilata una disposizione de' nemici. Nell' uso di queste cariche si ricalcano da due cannonieri con cinque colpi

lo ſtoppaccio ſopra la polvere, e con tre colpi l' altro ſtoppaccio ſopra la palla.

3.° Le cariche minori ſi conſiderano uguali ai tre quarti delle ordinarie, e le cariche minime uguali alla metà d' eſſe cariche ordinarie; queſte ultime ſi uſano in certi caſi particolari, de' quali poſcia ſi ragionerà, e sì queſte, che le minori ſi conſiderano ſempre ricalcate colla forza medeſima, che ſi uſa nelle cariche ordinarie, a fine di pareggiare le velocità iniziali delle palle cacciate dalle cariche diverſe.

4.° Siccome le ineguaglianze nel diametro, e nel peſo fra le palle dello ſteſſo calibro producono alterazioni ſenſibili nelle velocità iniziali, così conſidereremo, ch' eſſe palle ſieno del peſo, e diametro corriſpondente alla ſagoma noſtra, e che vengano adoperate in que' pezzi, che ſono ſtati coſtrutti coi riguardi deſcritti nella prima parte, e trivellati col preciſo calibro ſegnato nella detta ſagoma. La ſperienza ha fatto conoſcere evidentemente, che le palle coſtrutte a tenore degli indirizzi dati nel Libro I. dell'Artiglieria pratica ſono di un ottimo uſo, e che quelle, che ſi deſiderano più per-

fette nella figura, e nel liscio, ad altro non servono se non se a produrre una gravissima, ed inutile spesa.

144. La velocità iniziale delle palle cacciate dai cannoni si determina per via di sperienze ideate, come già si disse altrove, con piena cognizione di causa, e maneggiate con somma flemma, ed oculatezza. Prima però di descrivere i modi di determinare questa velocità, addurremo i seguenti indirizzi da praticarsi invariabilmente nel processo degli sperimenti.

1.° Si useranno tutte le necessarie avvertenze, e precauzioni per caricare sempre il pezzo nella stessa maniera, e per situarlo nelle medesime precise circostanze, affinchè il tiro non riesca disordinato, e nell' atto dello sparo non segua inaspettatamente allo sperimentatore qualche mutazione atta a rendere inconcludente l' esito della sperienza.

2.° Essendo gli effetti sempre proporzionali alle cause, che li producono, consegue che, se nella sperienza succederà qualche tiro disparato dagli altri, non se ne dovrà far caso, essendo segno certissimo, che qualche movimento irregolare,

o altra mutazione è ſucceduta nell' atto dello ſparo, o che inavvertentemente ſi è commeſſo qualche fallo nel caricare il pezzo. (Inſtit. Fiſic. Meccan. §. 14.)

Il prendere le medietà de' riſultamenti, qualunque eſſi ſieno, come talora ſi uſa dai meri pratici, è lo ſteſſo, che rendere impoſſibile, o per lo meno erronea quella determinazione, che ſi tenta colla ſperienza.

3.° Siccome, non oſtante le diviſate diligenze, ſi commette di tanto in tanto nel proceſſo delle ſperienze qualche picciola inaſſegnabile diverſità o nell' allogare la polvere, o nel ricalcarla ec., e che queſte varietà ne alterano gli effetti, così ſi faranno alcuni tiri in ciaſcheduna di quelle determinate circoſtanze, che ſi ſtimerà di ſparare, e ſi accomuneranno ſolamente que' riſultamenti, che ſaranno poco meno che uguali, e tale medietà ſi conſidererà come un eſito coſtante delle ſperienze. Per eſempio, trattandoſi delle lunghezze de' tiri, ſi comprenderanno nella medietà ſolamente quelli, le cui differenze ſaranno minori di due per cento, e ſi eſcluderanno gli altri, ne' quali le differenze ſaranno maggiori, ed oc-

correndo, che queste ultime differenze si manifestassero sovente, converrà esaminare minutamente tutto ciò, che entra nella sperienza, a fine di conoscere la cagione di tali discrepanze per rimediarvi, e per ripetere gli sperimenti in una maniera più esatta, e concludente.

145. Tre sono le maniere altrove compendiosamente già descritte per determinare le velocità iniziali delle palle di gran calibro cacciate dalle armi da fuoco, cioè

1.ª Misurare le immersioni delle palle entro un bersaglio penetrabile ed omogeneo, di cui sia cognita la consistenza.

2.ª Analizare, e discomporre ne' suoi movimenti semplici una porzione della trattoria descritta dal proietto nell'uscire dal pezzo.

3.ª Dedurre la detta velocità dalle grossezze di un'arma equilibrata in tutta la sua lunghezza colle pressioni del fluido, che sviluppasi entro il pezzo. Noi prescinderemo da questa terza maniera, stantechè, sebbene abbia luogo nelle canne da schioppo, ed in qualche caso nei pezzi di picciol calibro, essa più non serve nei cannoni di gran calibro sparati

colle cariche di fazione; avvegnachè in questi pezzi la velocità iniziale è prodotta dall' impulsione, e dalle pressioni insieme per li motivi già addotti nella prima parte.

146. Allorchè si pratica la prima maniera (145 n. 1) s' ottengono le velocità iniziali con molta approssimazione, ognorachè il bersaglio formato con terra stacciata, ed egualmente compressa è omogeneo.

Per determinare la consistenza di questo bersaglio si spara contro di esso un' arma di picciol calibro, la quale caccia una palla di ferro con una velocità iniziale già nota. Per esempio per mezzo della macchina descritta (Esame della polvere §. 164, 165) si esplora la velocità iniziale $= u$ di una palla di ferro del diametro $= D$ di $\frac{1}{18}$ di piede cacciata da uno smeriglio, e dopo d' aver in tal guisa determinata questa velocità, si spara lo stesso smeriglio caricato come prima contro il bersaglio, e supposto, che l' immersione $= S$ di questa palla sia riuscita di $\frac{3}{4}$ di un piede, e che la ve-

locità, come sopra, determinata, sia $u = 720$ piedi, col sostituire questi dati nella formola $f\,S = D\,u^2$ (Instituzioni sisico-meccaniche §. 374, 375), si ha

$f \times \frac{3}{4} = \frac{1}{18} \times 720 \times 720$, o sia $f = 38400$ consistenza del bersaglio da registrarsi nell' addotta formola, la quale diventa $38400\,S = D\,u^2$.

Ciò premesso, si colloca vicinissimo al bersaglio il cannone, ed in una direzione perpendicolare alla superficie battuta si fanno alcuni spari per avere la medietà $= S$ delle immersioni delle palle in esso, e supposto che questa medietà risulti di piedi 5, e sia il diametro D della palla $= \frac{2}{9}$ di un piede, si sostituiscono questi dati nella formola, e si ha $38400 \times 5 = \frac{2}{9}\,u^2$, e quindi

$$u = \sqrt{\frac{38400 \times 5 \times 9}{2}} = \text{piedi } 930 \text{ in}$$

circa per la velocità iniziale ricercata.

Nel fare queste sperienze si dee procurare, che le immersioni nel bersaglio sieno distanti le une dalle altre di modo

che la terra ſmoſſaſi nell' immerſione della palla antecedente non faciliti l'immerſione della ſuſſeguente ; col qual mezzo ſarà facile di accorgerſi d' ogni minima varietà, che occorrer poſſa nel fare le ſperienze, giacchè, come ſi oſſerva nella formola, le immerſioni ſono come i quadrati delle velocità delle palle.

147. Per determinare la velocità iniziale coll'analizare, e diſcomporre la trattoria ne'ſuoi movimenti ſemplici (§. 145 n: 2) ſceglieremo quella prima porzione di queſta curva, in cui il movimento della gravità non è ancora ſenſibilmente alterato dalla reſiſtenza dell' aria.

In queſta determinazione è arbitrario di ſiſſare lo ſpazio ſcorſo dalla gravità per ricavare dalla ſperienza l'altro ſpazio ſcorſo nel moto dell' impulſione, il quale, atteſa l' efficaciſſima reſiſtenza dell' aria, rieſce neceſſariamente difformemente ritardato, o pure ſi può ſiſſare queſt' ultimo ſpazio per dedurre dalla ſperienza quello della gravità.

Cominciamo a ſiſſare lo ſpazio ſcorſo dalla gravità.

TAVOLA V. FIGURA 14. Incavalcato il pezzo A B ſopra una caſſa diligentemente coſtrutta, ſi colloca

questa sopra uno strato di tavole ben liscio, e sodo, e si mette l'anima del pezzo in una direzione orizzontale AC, di modo che la palla vada cascare di primo gitto in qualche sito G del pian terreno DF pure orizzontale. La distanza verticale KG fra essi due piani esprime lo spazio $= S$ scorso dalla gravità, e l'orizzontale $DG = AK$ esprime la lunghezza del tiro, o sia lo spazio $= q$ scorso nello stesso tempo dalla palla nel movimento dell'impulsione.

Se il valore cognito di KG si sostituirà nella formola $S = \frac{19t^2}{2}$ (Dinamica), s'avrà con precisione il tempo $t = \sqrt{\frac{2KG}{19}}$, che la palla impiega nel movimento dell'impulsione AK.

Fatti per tanto alcuni spari, e misurate le lunghezze DG de' tiri, si prende la medietà $= q$ di quelli, che sono fra i limiti assegnati (§. 144 n. 3), e, considerato questo spazio come se fosse stato scorso uniformemente, s'instituisce l'analogia seguente.

Il tempo $\sqrt{\frac{2KG}{19}}$ stà allo spazio scor-

ſo $= q$, come il tempo di un minuto ſecondo ſtà allo ſpazio $= \frac{q}{\sqrt{\frac{2KG}{19}}}$, che la palla ſcorrerebbe nel detto minuto ſecondo, ſe non incontraſſe la reſiſtenza dell' aria, il quale ſpazio è già ſtato altrove denominato *Velocità iniziale*. Per eſempio ſe ſia K G = piedi $2\frac{3}{8}$, ſarà

$$t = \sqrt{\frac{2 \times 2\frac{8}{3}}{19}} = \frac{1}{2}$$ minuto ſecondo,

e ſuppoſto che nella ſperienza ſia riſultato AK = piedi 420, s' avrà

$$\frac{q}{\sqrt{\frac{2KG}{19}}} = \frac{420}{\frac{1}{2}} = 840$$ piedi per la velocità iniziale ricercata.

Si ſcorge facilmente, che la velocità in tal modo ritrovata è minore del giuſto, ſtantechè dalla bocca del pezzo ſino all' incontro del pian terreno l' aria reſiſte efficacemente alla palla nel movimento dell' impulſione, e che, ſe la ſperienza ſi farà in ſito tale, che la verticale KG ſia aſſai minore dell' anzidetta, ſi troverà una velocità iniziale maggiore,

e quindi più approſſimata al vero.

148. Se ſi vorrà fiſſare la lunghezza nel movimento dell' impulſione , come AM, per dedurre dalla ſperienza lo ſpazio ſcorſo dalla gravità, ſi collocherà in M un berſaglio verticale LMN , ſi diſporrà l' anima del pezzo in una direzione orizzontale , o poco elevata , e nel ſito M, ove queſta direzione incontrerà la ſuperficie del berſaglio , ſi ſegnerà traſverſalmente una linea orizzontale.

Si faranno indi alcuni ſpari diretti a fianco gli uni degli altri , affinchè dopo ciaſcun tiro ſi poſſa miſurare eſattamente la diſtanza verticale MH tra l' orizzontale ſegnata nel berſaglio , ed il punto infimo H del buco fatto dalla palla , e preſa la medietà MH = S de' tiri (§. 144 n. 3), queſta ſi ſoſtituirà nella formola $t = \sqrt{\frac{2 MH}{19}}$, e miſurata la diſtanza DL = AM = q, s' avrà lo ſpazio nello ſteſſo tempo ſcorſo nel movimento dell' impulſione ; onde, conſiderato queſto ſpazio come ſe foſſe ſtato ſcorſo uniformemente, s' avrà nell' eſpreſſione $\frac{q}{\sqrt{\frac{2 MH}{19}}}$

la velocità iniziale ricercata (§. 147). Per esempio se sia AM = piedi 140, MH = $\frac{19}{72}$ di un piede, sarà

$$t = \sqrt{\frac{2}{19} \times \frac{19}{72}} = \frac{1}{6} \text{ di minuto secondo,}$$

e quindi $\frac{q}{\sqrt{\frac{2MH}{19}}}$ = piedi 840 velocità ricercata.

Una breve riflessione basta per conoscere che, se il pezzo sarà ancora più vicino al bersaglio, il tempo $\sqrt{\frac{2MH}{19}}$ riuscirà ancora minore, e quindi la velocità iniziale sarà maggiormente approssimata.

149. Le date maniere di determinare le velocità iniziali servono per li pezzi di qualsivoglia calibro e lunghezza, e queste velocità si possono pareggiare fra esse ognivoltachè lo stato dell'atmosfera è costante, mentre si fanno le sperienze. Ma siccome lo stato suddetto muta sovente, e che le sue mutazioni producono talora delle modificazioni considerabili nell'accensione, e nell'abbruciamento della polvere (Esame della polvere §. 167), così d'uopo

d'uopo è fare queste sperienze colli seguenti, o altri equivalenti indirizzi, e avvertenze.

1.° Si faranno le sperienze mentre l'atmosfera è in uno stato mezzano per rispetto ai vapori in essa contenuti; avvegnachè in tale circostanza l'accensione, e l'abbruciamento della polvere succede con uniformità.

2.° Per accorgersi se lo stato variabile dell'atmosfera cagionerà qualche alterazione nelle sperienze, che si fanno col cannone, si adopererà nel tempo stesso un'altra arma di minor calibro, di cui sia già nota la velocità iniziale, come a dire una spingarda, colla quale si farà di tanto in tanto qualche sparo molto da vicino contro un bersaglio esattamente omogeneo fatto a bella posta per osservare, se l'immersione di questa palla sia costante.

3.° Se, mentre si opera come sovra, l'esito delle sperienze sarà costante nel cannone, e nella canna da spingarda, saremo certi in tal caso di non ingannarsi nell'operare, e di non essere ingannati dall'atmosfera: ma, se si osserveranno disuguaglianze nei tiri del cannone, sarà segno, che si commette qualche errore,

o che non si sono prese in considerazione tutte le circostanze, ch' entrano nel fatto. Se poi s' incontreranno irregolarità nei tiri d' ambedue le armi, converrà differire le sperienze in altro giorno, in cui lo stato dell' atmosfera sia meno variabile, e si dovrà pure esaminare minutamente se nel processo degli sperimenti si commetteva qualche fallo, o se sia necessario rettificare qualche disposizione nell' apparato, o nel modo di fare le sperienze ec.

4.° Allorchè, attesa la moltiplicità degli spari, sarà necessario di fare le sperienze in due, o più riprese, e si osserverà, che la velocità iniziale della palla da spingarda riesce diversa in due riprese differenti, converrà in simil riscontro ripetere alcuni degli spari fatti col cannone nella precedente sperienza, a fine di pareggiare l' attuale risultamento con quello della sperienza antecedente. Per esempio se alla mattina la velocità iniziale delle palle dà libbre 32 è risultata di piedi 820, mentre quella della spingarda era di piedi 1000, e nel dopo pranzo si trova, che la velocità delle palle da libbre 16 è di piedi 845, mentre quella della spin-

garda riesce soltanto di piedi 950, in tale riscontro d' uopo è ripetere alcuni spari col pezzo da ll. 32 per averne in queste circostanze la velocità iniziale, la quale riuscirà necessariamente minore di quella della mattina; e supposto, che questa risulti di piedi 780, s' instituirà l' analogia 780 : 820 : : 845 : $\frac{820 \times 845}{780}$

= piedi 888 $\frac{1}{3}$ velocità iniziale, che si compete alla palla da libbre 16 cacciata dal pezzo nelle circostanze, in cui trovavasi l'atmosfera alla mattina.

Egli è chiaro che, operando in tal guisa, si potranno pareggiare con sufficiente approssimazione le sperienze fatte in qualsivoglia intervallo di tempo, e diversità di stagione, o in qualsivoglia altra circostanza diversa dell' atmosfera atta a intorbidarne i risultamenti.

150. Se, mentre l' atmosfera è nello stato mezzano in riguardo al calore, alla densità dell' aria, ed ai vapori in essa contenuti, si faranno le sperienze a norma de' divisati indirizzi coi cannoni dell' ordinaria lunghezza (§. 66) caricati colla polvere, e colle palle descritte (§. 143),

ſi troverà, ſparando i pezzi nella direzione orizzontale

1.° Che colla maggior carica di fazione le velocità iniziali ſono a un di preſſo come ſegue.

		Velocità iniziali.
Palle Da libbre 32	Piedi	900
16		960
8		1000
4		1020

2.° Che, uſando la carica ordinaria, s'ottengono proſſimamente le ſeguenti velocità iniziali.

		Velocità iniziali.
Palle Da libbre 32	Piedi	800
16		840
8		860
4		870

3.° Se i diviſati cannoni ſi ſpareranno colla carica minore (§. 143 n.3),

le velocità iniziali riuſciranno minori di $\frac{1}{8}$ in circa di quelle , che s' ottengono colla carica ordinaria: per eſempio il pezzo da ll. 32 caricato con libbre 9 polvere caccerà la palla colla velocità iniziale di piedi 700 in circa, il pezzo da ll. 8 ſparato con libbre 3 polvere caccerà la palla colla velocità iniziale di piedi 752 ec.

4.° Se i cannoni ſuddetti ſi ſpareranno colla carica minima (§. 143 n. 3), le velocità iniziali riuſciranno minori di $\frac{1}{3}$, o $\frac{3}{10}$ in circa di quelle, che s'ottengono colla carica ordinaria. Il pezzo da ll. 8 ſparato con libbre 2 polvere ſomminiſtra una velocità iniziale di piedi 580 circa; il pezzo da ll. 16 ſparato con tre libbre di polvere caccia la palla colla velocità iniziale di piedi 560 circa ec.

Importa quì ricordare che, qualora s' adoperano cariche tenui , un minimo divario, che ſi commette nell' allogare la polvere in fondo dell' anima , o nel ricalcare gli ſtoppacci, o nel farli di diverſa groſſezza, produce una gran differenza nella velocità iniziale , in vece

che, commettendo lo stesso divario nelle maggiori cariche di fazione, le differenze fra le velocità suddette riescono assai minori. Per isminuire considerabilmente queste varietà, d'uopo è ricalcare sempre fortemente gli stoppacci, qualunque sia la carica, che s' adopera.

151. Facendo le sperienze con tre, o quattro cannoni dello stesso calibro, e di lunghezza diversa, sparati nelle circostanze descritte (§. 150 n. 2), si trova, che si può stabilire la seguente regola, la quale in questo caso particolare somministra un'approssimazione bastevole per dedurne delle conseguenze utili per la pratica.

TAVOLA V. FIGURA 15. EBF rappresenta l'anima di un cannone dell'ordinaria lunghezza (§. 66), e di un calibro qualsivoglia, in cui evvi la carica ordinaria di polvere D, e lo stoppaccio S talmente ricalcato, che la palla A si trova distante dal fondo B dell'anima per l'estensione di tre diametri della bocca FE. Prolungato verso C il piano dell'anima, si fa $FC = \frac{2AF}{5}$, e fatto centro in C coll' intervallo CA si descrive l'arco AKPR rappresentante

la scala delle velocità iniziali relative FP rettangole sugli spazi AF. Ciò posto, per determinare la velocità iniziale di una palla cacciata per esempio da una colubrina BL, che sia della maggior lunghezza (§. 66), e caricata nella stessa maniera (§. 150 n. 2), dal punto L sulla AC si tirerà la normale LQ, e questa sarà la corrispondente velocità relativa.

Per avere ora la velocità assoluta, s' instituirà la seguente analogia.

La velocità relativa FP del pezzo dell' ordinaria lunghezza BF stà alla sua velocità assoluta (§. 150 n. 2) come la velocità relativa LQ della colubrina BL stà alla sua velocità assoluta.

Procedendo nella stessa maniera, si troverà la velocità iniziale di una palla cacciata da un qualsivoglia pezzo corto BG.

Si dee quì notare che, quantunque la scala AKR servir possa per le colubrine più lunghe dell' accennata, nulladimeno non se ne dee far uso, stantechè in pratica s' incontrano gl' inconvenienti descritti (§. 65).

152. Allorchè si fanno le sperienze per determinare quanto la differente lunghezza

de' cannoni ſparati con cariche diverſe dall' ordinaria contribuiſce a variare le velocità iniziali della palla, e queſte velocità ſi confrontano colle conſeguenze, che ſi ricavano dalla regola precedente (§. 151), ſi trova, che queſte velocità differiſcono qualche poco da quelle, che ricavanſi dal computo fatto a tenore dell' addotta regola.

153. Chi avrà preſente la teoria altrove data intorno la polvere acceſa entro i cannoni, che hanno l'anima cilindrica, comprenderà facilmente che, trattandoſi di quelle cariche, i cui granelli tutti s' accendono entro il pezzo, ſi debbono incontrare le ſeguenti modificazioni.

1.ª Che collo ſminuire ſempre più la carica nei pezzi dello ſteſſo calibro, e di diverſa lunghezza, le velocità, che s' ottengono dai pezzi corti pareggiate con quelle de' pezzi lunghi, debbono accoſtarſi alla ragione d' uguaglianza a miſura che minore è la carica.

2.ª Che la maggior velocità nella palla cacciata da un pezzo corto s' ottiene allora quando ſi uſa quella maggior carica, che tutta s' accende entro il cannone, e che ſolamente nei pezzi

cortissimi ha luogo il caso, in cui una carica minore somministra la velocità iniziale maggiore di quella, che risulta dalla detta carica maggiore, che tutta s' accende (Esame della polvere).

154. Le velocità iniziali, di cui si è fin'ora ragionato, appartengono alle palle cacciate in una direzione orrizzontale, o poco diversa da questa; ma, qualora si sparano i cannoni in elevazioni considerabili sopra l'orizzonte, si trova, ch'esse velocità riescono maggiori, a misura che s'accresce l' elevazione, la qual cosa dimostra, che la maggior resistenza, che la palla oppone in queste circostanze allo sfogo della polvere accesa, ne accelera l'intero abbruciamento (Esame della polvere). Se un cannone da ll. 32 si sparerà colla carica ordinaria (§. 150 n. 2) all' elevazione di gradi 20, si troverà, che la velocità iniziale è maggiore di piedi 800, e ch' essa velocità cresce ancora, qualora all' elevazione di gradi 36 si spara lo stesso pezzo, come sovra, caricato.

Nel capo seguente si dà una maniera per determinare le velocità iniziali, sparando i cannoni nelle grandi elevazioni.

CAPO II.

Della Trattoria descritta dalle palle da cannone.

155. Nell' uso più frequente, che si fa in guerra de' cannoni dell' ordinaria lunghezza, s' adoperano le cariche descritte (§. 150 n. 1, e 2), e si spara contro bersagli poco alti. Da quì avviene che, per aggiustare i tiri a questi bersagli, e per colpirli, è poi necessario di sparare i cannoni in distanze minori di piedi 1800.

La resistenza, che in queste circostanze l' aria oppone alla palla, è efficacissima nel moto d' impulsione, mentre riesce ancora insensibile in quello della gravità, stantechè la linea della caduta è minore di piedi 160, e quindi il tempo dalla palla impiegato nel descrivere la trattoria non oltrepassa i quattro minuti secondi. Questa curva si denomina *Trattoria della seconda specie* per distinguerla da quella della quarta specie, in cui i movimenti dell' impulsione, e della gravità sono resi ambidue difformi dalla resistenza dell'aria, Nell'Esame della pol-

vere abbiamo fatto vedere colle sperienze, che la resistenza dell' aria distrugge una porzione considerabilissima del moto d'impulsione nelle palle di piombo cacciate dagli schioppi, e dalle spingarde, e nell'ultimo capo dell'Idrostatica abbiamo espresso con un peso la resistenza, che l' aria oppone ai proietti dalle armi da fuoco. In questo Capo determineremo in un' altra maniera la legge, colla quale l' aria resiste nel moto dell' impulsione, risolvendo a tal fine il problema diretto delle forze.

156. Per risolvere questo problema si faranno delle sperienze, di modo che si ottenga una scala degli spazi scorsi su i tempi nel moto ritardato dell' impulsione. A tal fine si potrà praticare la maniera data nel capo antecedente per trovare le velocità iniziali (§. 147) con questo di più che, siccome in quelle sperienze si bada solamente alle variazioni, che l' atmosfera può cagionare nell' accensione, e nell' abbruciamento della polvere, e quindi nella velocità iniziale della palla, in queste altre sperienze si debbono ancora considerare le mutazioni dell' atmosfera, che atte sono ad alterare la resi-

ſtenza dell' aria nella palla, e quindi a renderne inconcludenti, o erronei i riſultamenti; motivo, per cui ſi debbono anche fare le convenienti oſſervazioni intorno il barometro nel tempo delle ſperienze, e meglio ancora, ſe ſi uſeranno due armi di picciol calibro, e per eſempio due ſpingarde, per oſſervare con una di eſſe, ſe le velocità iniziali ſono coſtanti (§. 149), e per riſcontrare coll' altra, ſe la reſiſtenza dell' aria ſia ſtabile, ſparando a tal fine queſt' arma contro un berſaglio omogeneo ſituato alla diſtanza non minore di piedi 300.

Per fare le ſperienze, di cui ſi tratta, ſi ſcelga un ſito, dal quale ſparando il cannone nella direzione orizzontale, ſi poſſa poi volgere il pezzo a deſtra, ed a ſiniſtra, affinchè le palle vadano caſcare di primo gitto ſopra diverſi orizzonti più baſſi gli uni degli altri. Se queſti piani ſaranno più baſſi della bocca del pezzo piedi $2\frac{3}{8}$, $9\frac{1}{2}$, $21\frac{3}{8}$, 38, $59\frac{3}{8}$, $85\frac{1}{2}$, gli ſpazi nel moto d'impulſione ſaranno ſcorſi riſpettivamente nel tempo di un mezzo minuto ſe-

condo, di un minuto secondo, di $1\frac{1}{2}$, di 2, di $2\frac{1}{2}$, e di 3 minuti secondi, mediante il che riuscirà più facile di trovare l'equazione appartenente alla scala, che si ricaverà dalla sperienza. Ciò posto, colla carica, che somministra una velocità iniziale cognita, si facciano alcuni spari verso il sito basso piedi $2\frac{3}{8}$, finchè s'abbia una medietà nella lunghezza orizzontale de' tiri (§. 144 n. 3), e questa sia risultata $= dg$. Si volga il pezzo verso il sito basso piedi $9\frac{1}{2}$, e fatti alcuni spari siasi ottenuta la medietà $= rp$, e sparando nella stessa maniera da altre bande siansi ottenute la medietà $= nb$ nel sito basso piedi $21\frac{3}{8}$, e la medietà Ky nel sito basso piedi 38.

Sulla direttrice aK si notino i tempi $t = \sqrt{\frac{2S}{19}} = ad$, ar, an, aK corrispondenti alle linee di caduta di piedi $2\frac{3}{8}$, $9\frac{1}{2}$, $21\frac{3}{8}$, 38, ed alzate dai punti TAVOLA V. FIGURA 17.

d, *r*, *n*, *K* le perpendicolari alla *aK*, si facciano eguali rispettivamente alle ritrovate medietà. La linea *agpby*, che passerà per le estremità di queste perpendicolari, sarà la scala degli spazi scorsi su i tempi nel moto ritardato dell' impulsione.

TAVOLA V. FIGURA 16. 157. Occorrendo, che non s' incontri un sito con alcuni piani più bassi gli uni degli altri, si faranno le sperienze in quest' altra maniera; si cercherà un sito montuoso, come HLA, al cui piede M siavi un piano orizzontale MZ, affinchè, scegliendo in questa prominenza alcuni siti più alti gli uni degli altri, come A, L, H, dai quali sparando il pezzo nelle direzioni orizzontali AK, LF, HX, s' abbiano nelle verticali GK, PF, ZX gli spazi scorsi dalla gravità, il maggior de' quali dee esser minore di piedi 160, affinchè la resistenza dell' aria sia ancora insensibile in questo movimento, e le differenze fra queste altezze, essendo poche, non arrivino a cagionare delle modificazioni nell' accensione della carica. Se da ciascheduno de' divisati siti A, L, H si faranno con una velocità iniziale cognita alcuni spari, a fine di

avere una medietà nella lunghezza de' tiri (§. 144 n. 3), e supposto che dal sito A siasi ottenuta la medietà DG, dal sito L la medietà RP, dal sito H la medietà NZ, col notare sulla direttrice *aK* i tempi corrispondenti alle verticali GK, PF, ZX, e coll'alzare dai punti *d*, *r*, *n*, ec. le normali *dg*, *rp*, *nb* eguali alle divisate medietà, e facendo passare una linea per li punti *agpby*, s'avrà la scala degli spazi scorsi su i tempi nel moto ritardato dell'impulsione. TAVOLA V. FIGURA 17.

158. Dopo d'aver costrutta la scala degli spazi scorsi su i tempi (§. 156, 157) convien esaminare, se il risultamento delle sperienze sia concludente, o se contenga qualche assurdo. A tal fine si rifletta che, trattandosi di moto ritardato, dee la scala avere le proprietà descritte nella Dinamica, e primieramente dee la linea *agpby* essere una curva concava verso la direttrice, in cui le differenze *pm*, *bo*, *Ly* fra le ordinate formano una serie decrescente con un determinato ordine andando da *a* verso *y*.

Da questa proprietà consegue che, se la ritrovata scala sarà una retta, o pure una curva convessa verso la diret-

trice, sarà segno certo, che il risultamento delle sperienze involge degli assurdi. Se poi la scala sarà concava, e farà dei salti considerabili, si dirà, che nel fare le sperienze si sono commessi errori notabili; ma, se questi salti saranno di poca considerazione, allora sarà segno, che si è commesso uno, o più di que' piccioli errori, che per lo più sono inevitabili nelle operazioni fisico-meccaniche (§.144 n. 3). In questo caso si procurerà di correggere esse differenze con giusto discernimento, a fine di trarre profitto dalle notizie, che già si hanno, e di accrescerle maggiormente (Instituzioni Fisico-meccaniche Cap. I.) A questo fine converrà dalle prime differenze fra gli ottenuti spazi ricavare le seconde, e se da queste non risulterà bastantemente il modo di correggere il risultamento, si prenderanno le terze differenze, nelle quali le minime irregolarità nell' esito degli sperimenti producono degli svari notabili, e disordinano la serie.

Per mettere questa dottrina in tutto il suo lume, suppongasi, che siasi ottenuto nelle sperienze il seguente risultamento.

Risul-

Risultamento ottenuto nelle sperienze.		*Differenze.*		
Minuti secondi.	Spazi scorsi nel moto d'impulsione nei tempi corrispondenti.	Prime.	Seconde.	Terze.
1	Piedi 778			
2	1420	642		
3	1959	539	103	
4	2421	462	77	26
5	2817	396	66	11
6	3167	350	46	20

Ricavate dal risultamento della sperienza le prime, le seconde, e le terze differenze, si registrino, come sovra; indi si osservi, che dalle prime non appare bastantemente, che nel risultamento suddetto s' incontrino degli errori, ma nelle seconde differenze si scorge facilmente, che la serie più non decresce col dovuto ordine. Finalmente nelle terze differenze si osserva la serie disordinata a segno tale che, essendo decrescente dal primo termine 26 al secondo 11, diventa poi crescente dal secondo al terzo termine 20.

Se per togliere questi errori si modificherà alcun poco esso risultamento, come si osserva quì appresso, s' avrà nelle differenze di ciascheduna specie una serie decrescente con ordine determinato, ed assai giusto per le conseguenze pratiche, di cui si tratta.

Risultamento delle sperienze modificato.		*Differenze.*		
Minuti secondi.	Spazi scorsi nei tempi corrispondenti.	Prime.	Seconde.	Terze.
1	Piedi 778			
2	1420	642		
3	1960	540	102	
4	2420	460	80	22
5	2817	397	63	17
6	3165	348	49	14

159. Se si troverà, che la scala degli spazi scorsi in tal guisa modificati ha le proprietà descritte nell' antecedente paragrafo, converrà ancora proseguire lo scrutinio per riconoscere se il risultamento delle sperienze è concludente, o se

involge qualche aſſurdo. A tal fine ſi trovi l'equazione della ſcala *agpby*, da queſta equazione ſe ne ricavi l'altra per la ſcala *ifhe* delle velocità ſu i tempi (Dinamica), la quale eſſer dee una curva conveſſa verſo la direttrice, la cui ordinata maſſima *ai* nel principio *a* de'tempi dee uguagliare la velocità iniziale, con cui la palla è ſtata cacciata dal pezzo, e le altre ordinate anderanno decreſcendo a miſura che creſce il tempo, e quindi dovrà la ſcala *ifhe* accoſtarſi alla direttrice, andando da *a* verſo *n*, e toccarla, allorchè la palla avrà perſo interamente il moto dell'impulſione. Per eſemplificare

Suppongaſi, che l' equazione della curva *agpby* ſia $q^2 + nq = mt$, in cui q addita lo ſpazio ſcorſo nel moto dell' impulſione, t il tempo, e ſono le quantità m ed n due coſtanti, per mezzo delle quali ſi eſprime la velocità iniziale; ſe da queſta equazione ſi dedurrà quella delle velocità ſu i tempi, ſi troverà $u = \frac{m}{2\sqrt{\frac{n^2}{4} + mt}}$, la quale ha tutte le proprietà, che ſi convengono al moto ritardato, di cui ſi tratta; onde per queſto

riguardo ſi conchiude eſſere ben fatte le ſperienze.

Per lo contrario ſe dalla ſcala *agpby* s' ottiene l' equazione $pt^2 = q^3$, in cui p eſprime una coſtante, e da queſta equazione ſi deduce la ſcala delle velocità ſu i tempi, ſi trova $u = \frac{2pt}{3q^2}$, nella quale, quando $t =$ zero, diventa anche zero la velocità, lo che è un aſſurdo manifeſto, giacchè in principio del tempo la velocità dee eſſere uguale all' iniziale; e così ancora ſe dalla curva *agpby* ſiaſi ottenuta l' equazione $pt - t^2 = q^2$, in cui p eſprime una coſtante, ſe da queſta equazione ſi ricava la ſcala delle velocità ſu i tempi, ſi trova $u = \frac{p-2t}{2\sqrt{pt-t^2}}$ valore aſſurdo, giacchè, quando $t =$ zero, la velocità iniziale rieſce infinita.

160. Finalmente ſe la ſcala delle velocità ſu i tempi ſarà conforme al moto ritardato, converrà ancora da queſta dedurre quella delle reſiſtenze inſtantanee dell' aria nella palla; e ſe queſta ſcala riſulterà una curva conveſſa verſo la direttrice colla ſua maſſima ordinata nel

principio *a* del tempo, ed avrà un andamento analogo alla ſcala delle velocità, allora ſaremo certiſſimi, che il riſultamento delle ſperienze va eſente da qualſivoglia errore, e ſi dirà il contrario, ſe la ſcala delle reſiſtenze non avrà le diviſate proprietà. Deducendo dalla ſcala delle velocità $u = \frac{m}{2\sqrt{\frac{n^2}{4} + mt}}$ la ſcala delle preſſioni $= p$, ſi trova

$$p = \frac{m^2}{n^2 + 4mt\sqrt{\frac{n^2}{4} + mt}}$$

equazione, in cui ſi ravviſano tutte le proprietà neceſſarie.

161. Nelle Inſtituzioni fiſico-meccaniche (§. 457, 458) ſi è oſſervato, che nei moti rapidi la reſiſtenza dell'aria nei proietti dipende non ſolo dalla denſità attuale dell' atmosfera, ma ancora dal condenſarſi l' aria avanti il proietto, e dal dover queſto ſuperare il peſo dell' atmosfera, qualora la velocità ſua oltrepaſſa piedi 772; avvegnachè in queſt' ultimo caſo ſi forma un vacuo dietro la palla, il quale rieſce maggiore a miſura

che la velocità del proietto eccede maggiormente i divisati piedi 772.

Dopo varie sperienze, e replicate osservazioni mi è parso che, sparando i cannoni colle cariche, che danno una velocità iniziale poco diversa dai piedi 772, si possa con sufficiente approssimazione per la pratica usare questa formola $q = \frac{crt}{r+t}$ pel moto ritardato dell'impulsione, ognorachè l'estensione di questo moto è minore di piedi 2400; riuscendo poi più grossolana l'approssimazione, qualora si sparano i cannoni colle cariche, le quali somministrano una velocità iniziale, che per eccesso, o per difetto s'allontana assai dai piedi 772.

In questa formola la lettera q addita la linea di proiezione, la quale negli spari orizzontali corrisponde sempre alla lunghezza del tiro, $c =$ la velocità iniziale, colla quale la palla è cacciata dal pezzo, $t =$ il tempo, che la medesima impiega nello scorrere lo spazio $= q$, ed r esprime un numero proporzionale al diametro delle palle, che s'adoperano, combinato esso numero colla densità dell'atmosfera nel tempo, che si fanno gli

ſpari, e ſe ne determina poi il preciſo valore colla ſperienza. I diametri delle palle da cannone ſono delle ſeguenti lunghezze eſpreſſe in punti del piede liprando.

Palle.	*Lunghezza del diametro.*
Da libbre 32	punti 41
16	$32 \frac{1}{2}$
8	26
4	$20 \frac{1}{2}$

Ciò poſto, ſe la denſità dell' aria eſigerà, che per la palla da libbre 32 ſi debba ſcrivere $r = 12$, converrà trovare coll' analogia i valori di r per le palle degli altri calibri, e operando ſi vedrà, che per la palla da libbre 16 ſi dee ſcrivere $r = 9.5$, che per quella da libbre 8 ſi dovrà ſcrivere $r = 7.6$, ed $r = 6$ per la palla da libbre 4. Se poi la denſità dell' aria eſigerà, che per la palla da libbre 32 ſi ſcriva $r = 14$, ſi dovrà ſcrivere $r = 11.1$ per la palla da libbre 16, $r = 8.8$ per la palla da libbre 8, ed $r = 7$.

per quella da libbre 4, e così di altri casi.

Per esemplificare, suppongasi, che la densità dell' aria esiga $r = 12$ per la palla da libbre 32, se questa palla sarà cacciata colla velocità iniziale di piedi $800 = c$, e si voglia conoscere lo spazio $= q$, che la medesima scorrerà in diversi tempi, basterà sostituire i dati nella formola, e si troverà, che nel tempo di due minuti secondi sarà $q = \frac{800 \times 12 \times 2}{12 + 2} =$ piedi 1371, che in tre minuti secondi sarà $q = \frac{800 \times 12 \times 3}{12 + 3} = 1900$, e che la stessa palla cacciata colla velocità iniziale di piedi 900 scorrerà nel tempo di tre minuti secondi la linea di proiezione $q = \frac{900 \times 12 \times 3}{12 + 3} =$ piedi 2160.

La palla da libbre 16 cacciata colla velocità iniziale di piedi 840 scorrerà in due minuti secondi la linea di proiezione $q = \frac{840 \times \overline{9.5} \times 2}{9 \cdot 5 + 2} =$ piedi 1387, ed in quattro minuti secondi scorrerà $q = \frac{840 \times \overline{9.5} \times 4}{9 \cdot 5 + 4} =$ piedi 2364.

La palla da libbre 8 cacciata colla velocità iniziale di piedi 1000 ſcorrerà in tre minuti ſecondi lo ſpazio

$q = \frac{1000 \times \overline{7.6} \times 3}{7.6 + 3}$ = piedi 2150; e la palla da libbre 4 cacciata colla velocità iniziale di piedi 920 ſcorrerà in quattro minuti ſecondi lo ſpazio

$q = \frac{920 \times 6 \times 4}{6 + 4}$ = piedi 2208.

Se poi ſupporremo che, divenendo l'atmosfera meno denſa, ſi debba ſcrivere per la palla da libbre 32 $r = 14$; in queſto caſo, ſe eſſa palla ſarà cacciata colla velocità iniziale di piedi 850, la medeſima ſcorrerà in quattro minuti ſecondi lo ſpazio

$q = \frac{850 \times 14 \times 4}{14 + 4}$ = piedi 2644. La palla da libbre 16 cacciata colla velocità iniziale di piedi 910 ſcorrerà in due minuti ſecondi lo ſpazio $q = \frac{910 \times \overline{11.1} \times 2}{11.1 + 2}$ = piedi 1542. La palla da libbre 8 cacciata colla velocità iniziale di piedi 860 ſcorrerà in un minuto ſecondo lo ſpazio

$q = \frac{860 \times \overline{8.8} \times 1}{8.8 + 1}$ = piedi 772, e la palla da libbre 4 cacciata colla velocità di piedi

1020 ſcorrerà nel tempo di tre minuti ſecondi lo ſpazio $q = \frac{1020 \times 7 \times 3}{7 + 3}$ = piedi 2142.

162. Se dalla equazione $q = \frac{c r t}{r + t}$ ſi dedurrà la ſcala delle velocità V ſu i tempi (§. 159), s'avrà $V = \frac{c r^2}{\overline{r + t}^2}$, per mezzo della quale ſi troveranno le velocità reſtanti, dopo che la palla avrà ſcorſo lo ſpazio $= q$ nel tempo $= t$.

Suppongaſi, che la denſità dell'aria eſiga $r = 14$ per la palla da libbre 32, ſe queſta ſarà cacciata colla velocità iniziale di piedi 800, la ſua velocità reſtante dopo quattro minuti ſecondi ſarà $V = \frac{800 \times 14 \times 14}{\overline{14 + 4}^2}$ = piedi 483. La palla da libbre 16 cacciata colla velocità iniziale di piedi 840 avrà dopo tre minuti ſecondi la velocità reſtante $V = \frac{840 \times \overline{11.1} \times \overline{11.1}}{\overline{11.1 + 3}^2}$ = piedi 520. La velocità reſtante nella palla da libbre 8 cacciata colla velocità iniziale di piedi 1000 ſarà dopo quattro minuti ſecondi $= \frac{1000 \times \overline{8.8} \times \overline{8.8}}{\overline{8.8 + 4}^2}$ = piedi

472. La velocità restante nella palla da libbre 4 cacciata colla velocità iniziale di piedi 870 sarà dopo due minuti secondi $V = \frac{870 \times 7 \times 7}{\overline{7 + 2}^2} =$ piedi 526.

Se poi l'aria sarà densa a segno che si debba scrivere $r = 12$ per la palla da libbre 32, e questa palla verrà cacciata colla velocità iniziale di piedi 900, la sua velocità restante dopo due minuti secondi sarà $V = \frac{900 \times 12 \times 12}{\overline{12 + 2}^2} =$ piedi 661. La velocità restante nella palla da libbre 16 cacciata colla velocità iniziale di piedi 880 sarà dopo quattro minuti secondi $V = \frac{880 \times \overline{9.5} \times \overline{9.5}}{\overline{9.5 + 4}^2} =$ piedi 435. Nella palla da libbre 8 cacciata colla velocità iniziale di piedi 1000 la velocità restante dopo tre minuti secondi sarà $V = \frac{1000 \times \overline{7.6} \times \overline{7.6}}{\overline{7.6 + 3}^2} =$ piedi 514, e la velocità restante nella palla da libbre 4 cacciata colla velocità iniziale di piedi 950 sarà dopo due minuti secondi $V = \frac{950 \times 6 \times 6}{\overline{6 + 2}^2} =$ piedi 534.

163. Col mezzo delle formole $q = \frac{crt}{r+t}$, $S = \frac{19t^2}{2}$ si potranno pure risolvere i seguenti problemi appartenenti alla trattoria della seconda specie (§. 155), di cui si ragiona.

TAVOLA V. FIGURA 16. Cognita la velocità iniziale $= c$ di una palla da libbre 32 cacciata dal sito A nella direzione orizzontale AK, determinare con una sperienza il valore di r.

Suppongasi che, fatto lo sparo, la palla abbia colpito in G l'orizzonte DZ; siccome è nota la linea AK della proiezione $= DG = q$, e che è pure nota la linea della caduta KG, così col sostituire quest' ultimo valore nella formola $S = \frac{19t^2}{2}$, s' avrà $\sqrt{\frac{2\,KG}{19}} = t$, e sostituendo i valori cogniti di q, c, t nella formola $q = \frac{crt}{r+t}$, si farà noto il valore di r. Per esempio se sia $c = 900$, e sia risultato dalla sperienza AK $= 1575$ piedi, KG $=$ piedi 38, sarà $t = 2$, e quindi $r = \frac{qt}{ct - q} = \frac{1575 \times 2}{900 \times 2 - 1575} = 14$.

Dopo che si sarà trovato in tal guisa il valore di r per la palla da libbre 32, si dedurranno poi quelli delle palle da libbre 16, 8, e 4 nella proporzione de' diametri di queste palle (§. 161).

164. Cognito il valore di r, trovare con una sperienza la velocità iniziale della palla cacciata in una direzione qualsivoglia.

Suppongasi in primo luogo che, essendo sparato il pezzo nella direzione orizzontale AK, la palla colpisca in G, siccome è nota la linea AK della proiezione, e l'altra KG della caduta, così col sostituire quest' ultimo valore nella TAVOLA V. FIGURA 16.

formola $S = \frac{19 t^2}{2}$, s' avrà il tempo, e questo sostituito nell'altra formola, s'avrà il valore di $c = q \times \overline{\frac{r+t}{rt}}$. Per esempio se la palla sarà da libbre 8, e continuerà la resistenza dell' aria essere la stessa dell' antecedente paragrafo, avremo per questa palla il valore di $r = 8 . 5$, e supposto AK = piedi 2063, KG = piedi $85 \frac{1}{2}$, sarà $t = 3$, e quindi

$$c = \frac{2063 \times \overline{8.5 + 3}}{8 . 5 \times 3} = 930 \text{ piedi.}$$

TAVOLA VI. FIGURA 18. Suppongaſi in ſecondo luogo, che il pezzo ſia ſparato nella direzione AM, che coll' orizzonte A R forma l' angolo cognito MAR, e la palla colpiſca in H; ſiccome col miſurare la diſtanza orizzontale AR ſi farà nota la linea AM della proiezione, e l' altra MH della caduta, così, ſe queſta ſarà minore di piedi 160, operando come ſovra, ſi troverà pure la velocità iniziale, la quale, come già s' è detto (§. 154), rieſce maggiore di quella, che colla ſteſſa carica s' ottiene nella direzione orizzontale. Se MH ſarà di piedi $59 \frac{3}{8}$, ſarà $t = 2 \frac{1}{2}$, e ſuppoſto AM = piedi 1732, e ſia la palla del calibro da libbre 4, e la reſiſtenza dell' aria come nell' antecedente paragrafo, ſarà $r = 7$, e quindi $c = \frac{1732 \times \overline{2 \frac{1}{2} + 7}}{7 \times 2 \frac{1}{2}}$ = piedi 940.

TAVOLA VI. FIGURA 19. 165. Colla carica, che dà la velocità iniziale $= c$, ſi dee dal ſito A colpire il berſaglio B ſituato al di ſopra, o al di ſotto dell' orizzonte AF, determinare l'angolo DAF dell' elevazione, in cui ſi dee ſparare il pezzo.

Pel punto B ſi tiri la linea a piombo BD, e ſuppongaſi, che AD ſia la direzione ricercata. Siccome è noto l'angolo BAF, e il lato AB, così nel triangolo rettangolo BFA ſaranno noti i lati AF, BF. Si chiami AF $= m$, BF $= n$; poichè la linea della caduta BD$=$S$= \frac{19t^2}{2}$, e la linea della proiezione AD $= q = \frac{crt}{r+t}$, ſarà DF $= \frac{19t^2}{2} \pm n$ ſecondochè il punto B ſarà al di ſopra, o al di ſotto del punto F. Si rifletta ora, che nel triangolo rettangolo AFD ſi ha $\overline{AD}^2 = \overline{AF}^2 + \overline{DF}^2$, e ſoſtituendo i valori analitici, ſarà $\frac{c^2r^2t^2}{r^2+2rt+t^2} = m^2 + \frac{361\,t^4}{4} \pm 19nt^2 + n^2$, equazione, che maneggiata ſecondo le note regole darà il valore di t.

Se avverrà, che il punto B coincida col punto F, cioè che il berſaglio ſia nello ſteſſo orizzonte, in cui trovaſi il pezzo, allora, diventando zero il valore di n, ſcompariranno i termini, ne' quali eſſo ritrovaſi.

Ritrovato come ſovra il valore di t, ſi ricaverà poi quello di BD, e di AD;

onde ſarà cognito il ticercato angolo DAF dell' elevazione.

TAVOLA VI. FIGURA 20. 166. Allorchè il cannone collocato in B, ed il punto L, che ſi vuole colpire, ſono nello ſteſſo orizzonte BL, ſi può uſare la ſeguente approſſimazione per avere il valore di t, ſenza commettere errore ſenſibile; imperciocchè, quand' anche l'ampiezza di queſta curva ſi eſtendeſſe a piedi 2400 nelle palle da libbre 32, il divario prodotto da queſt' approſſimazione non arriverebbe a un mezzo minuto nell'angolo HBL dell'elevazione, che ſi ricerca.

La diſtanza BL tra il pezzo, ed il berſaglio ſi conſidera come ſe foſſe la linea di proiezione $BH = q = \frac{crt}{r+t}$, e ſoſtituiti in queſta formola i dati q, c, r, ſi trova il valore di $t = \frac{qr}{cr - q}$, e, eſſendo queſto ſoſtituito nella formola $S = \frac{19t^2}{2}$, ſi ha il valore di S per la linea della caduta LG, e tirata BG, ſi ha nel triangolo BLG rettangolo in L il valore dell' angolo GBL; quindi fatto l'angolo LBH eguale al GBL, ſarà BH la

direzione

direzione, in cui si dovrà sparare il pezzo per colpire il punto L. Per esempio se sia BL di piedi 1000, e si voglia sparare un cannone da ll. 32 colla carica ordinaria, sarà $c = 800$ (§. 150), e supposto che per la resistenza dell' aria si debba scrivere $r = 12$, col sostituire questi numeri nella prima formola, s' avrà $1000 = \frac{800 \times 12\,t}{12 + t}$, e quindi $t = 1.4$, e sostituito questo valore nella seconda formola, sarà $S = \frac{19 \times 1.4 \times 1.4}{2} =$ piedi $18 = LG$, e operando colla Trigonometria, si troverà, che l'angolo GBL è di gradi 1 ; 2, valore, che aver dee l'angolo ricercato LBH.

167. Colle fatte premesse sarà pure facile di determinare con due soli spari il valore di r, e la velocità iniziale $= c$, allorchè queste quantità sono ambedue ignote.

Si spari il pezzo in una direzione qualsivoglia BD, purchè la linea della caduta riesca minore di piedi 160, e supposto che la palla colpisca in E, si trovi colla Geometria il valore della linea di proiezione $BD = q$, e quello della TAVOLA VI. FIGURA 20.

caduta DE = S, indi per mezzo della formola $S = \frac{19t^2}{2}$ si trovi il tempo, e sostituiscansi questi due valori nell'equazione $BD = q = \frac{crt}{r+t}$.

Nella medesima direzione BD, e colla stessa carica calcata al medesimo segno si faccia un altro sparo volgendo il pezzo a destra, o a sinistra, affinchè la palla caschi in altro sito G più alto, o più basso del primo, e trovato colla Geometria il valore della linea di proiezione BK = q, e della caduta KG, si trovi il valore di t, e si sostituisca nell'equazione $BK = q = \frac{crt}{r+t}$, si avranno due equazioni, le quali maneggiate nel modo solito daranno i valori di c ed r.

Supposto che nel primo sparo siasi ottenuto BD = piedi $1066\frac{2}{3}$, DE = piedi $21\frac{3}{8}$, e nel secondo sparo sia risultato BK = piedi 1920, KG = piedi $85\frac{1}{2}$, sostituendo questi numeri nelle formole, s' avranno le due equazioni

$$1.^{a}\ 1066\frac{2}{3} = \frac{cr \times \frac{3}{2}}{r + \frac{3}{2}}$$

$$2.^{a}\ 1920 = \frac{cr \times 3}{r + 3}$$

dalle quali si ricava $c =$ piedi 800, $r = 12$.

Se si vorranno dirigere i tiri contro un' altezza HR, dopo d' aver fatto il primo sparo dal sito A in una direzione AM, converrà avvicinarsi in L, o allontanarsi in P, e da uno di questi siti fare il secondo sparo nella stessa direzione dell' altro; chiaro essendo che, ove si mutasse la direzione, riuscirebbe diversa la velocità iniziale in ciascheduno sparo (§. 154). TAVOLA VI. FIGURA 18.

168. Data la direzione AD, in cui si è sparato il pezzo colla velocità iniziale $= c$, e col valore cognito di r, e data la linea della caduta BD, trovare la direzione, e la quantità KB della velocità composta, colla quale la palla urta nel sito B. TAVOLA VI. FIGURA 21.

Dal valore di BD si ricavi quello di t, indi presa la formola $u = 19t$ delle velocità su i tempi nel moto della gravità, (Dinamica §. 283), si noti il

valore di u da B in H. Dal punto H si tiri HK parallela alla DA, e per mezzo della formola $V = \frac{cr^2}{r+t^2}$ (§. 162) si trovi la velocità restante $= V$, che si compete al moto dell'impulsione dopo il tempo $= t$, e se ne noti il valore da H in K, se si tirerà la retta BK, questa somministrerà la direzione, e la quantità della velocità composta, che ha la palla nel punto B.

Se sia BD = piedi $85\frac{1}{2}$, sarà $t=3$, e sarà $u = 19 \times 3 = 57$ piedi = BH; e supposto $c = 800$ piedi, ed $r = 13$, sarà $HK = V = \frac{800 \times 13 \times 13}{13 + 3^2} = 528$ piedi; e poichè l'angolo BHK è uguale al BDA cognito, così sarà anche nota la direzione, e la quantità della velocità composta BK.

169. Se si combineranno insieme le formole $S = \frac{19t^2}{2}$, $q = \frac{crt}{r+t}$ (§. 163), s'avrà l'equazione $S = \frac{19}{2} \times \frac{q^2 r^2}{c^2 r^2 - 2crq + q^2}$ appartenente alla trattoria della seconda specie (§. 155), per mezzo della quale si

risolveranno pure gli avanti esposti problemi. Per esempio se colla notizia della velocità iniziale si cerca il valore di r per una palla di un dato calibro, basta nella direzione AD, che si compete alla data velocità iniziale, fare uno sparo; e supposto che la palla colpisca in B, si troveranno colla Geometria i valori della linea di proiezione AD $= q$, e della caduta BD $=$ S, e sostituiti essi valori nell' equazione alla trattoria, s'avrà il valore di r.

Se poi si vorrà trovare la velocità iniziale, ed il valore di r, converrà fare due sperienze colla stessa carica, e nella medesima elevazione (§. 167), in ciascheduna delle quali si troverà il valore della linea di proiezione, e della caduta, e col sostituire questi valori nella formola $S = \frac{19}{2} \times \frac{c^2 r^2}{\overline{cr - q}^2}$, s'avranno due equazioni da trattarsi colle note regole per ricavarne i valori ricercati di c, ed r.

L' applicazione, che nei seguenti capi si fa della dottrina fin quì addotta intorno il moto difforme dell' impulsione (§. 161), basta per servirsi dei cannoni con quel discernimento, che si conviene,

è quindi trarne il massimo vantaggio (§. 141) nelle principali fazioni.

170. Per determinare la trattoria della quarta specie, cioè qualora la resistenza dell' aria è considerabile nei due movimenti difformi, che la costituiscono, perchè questi sono ambidue molto estesi, d'uopo è praticare una serie di sperienze, che, per causa delle mutazioni dell' atmosfera, e di altre circostanze, può esigere un tempo lungo, ed è sempre necessario l' intervento di parecchie persone intelligenti per fare le osservazioni, che si convengono. Siccome io non ho avuto tempo di eseguire il complesso degli sperimenti, che per procedere in quest' indagine avevo ideato, così ne accenno quì i modi fondamentali, onde altri possa più facilmente risolvere il problema.

Fra le maniere diverse, che praticare si possono per determinare le leggi, di cui si tratta, quella descritta (§. 156) mi sembra propria per ottenere quanto ricercasi, purchè si pratichi cogli seguenti indirizzi.

Si scelga un sito sopra un monte, dal quale si possa sparare il cannone da diverse bande, affinchè le palle vadano

di primo gitto a caſcare in ſiti molto più baſſi gli uni degli altri, di maniera tale che le linee della caduta rieſcano per eſempio di piedi 500, 1000, 1800, e 3000. Da queſto ſito, e colla carica, che ſomminiſtra una velocità iniziale cognita, ſi facciano dalla ſteſſa banda alcuni ſpari in una direzione orizzontale a fine di ottenere una medietà nella lunghezza orizzontale dei tiri, e nella linea della caduta, e ſi deſtinino nel ſito baſſo parecchi oſſervatori, i quali per mezzo di un oriuolo, che miſuri tempi cortiſſimi, noteranno il tempo, che la palla impiegherà dall' inſtante, in cui eſſi vedranno uſcir fumo dal cannone, finchè la palla colpiſca il ſuolo. Dopo d' aver ottenute le medietà nei due movimenti, ſi volgerà il pezzo verſo un' altra banda per ottenere altre medietà diverſe dalle prime, indi ſi volgerà il cannone da una terza banda, ed anche da una quarta, e ſi opererà come prima.

Le medeſime ſperienze ſi ripeteranno con un altro cannone di calibro molto diverſo dal primo, uſando in tutte queſte operazioni gli indirizzi, e le avvertenze deſcritte (§. 156) per non eſſere

ingannati dalle mutazioni dell' atmosfera. A fine poi di rendere la resistenza dell' aria più sensibile in questi proietti, si useranno palle più leggiere del solito, che si costruiranno a bella posta coll' inceppare centralmente entro il modello una sfera d' argilla, affinchè resti avvolta dal ferro squagliato, che si getta nel modello. Se in quest' operazione si combineranno le cose in modo che la palla leggiera stía alla palla di ferro massiccia, come il peso della bomba piena di polvere stà a quello, che la medesima avrebbe, se fosse massiccia, il risultamento delle sperienze si potrà applicare al getto delle bombe in una maniera più semplice.

Terminate le sperienze, si costruiranno per ciascun cannone due scale per gli spazi scorsi su i tempi, cioè una pel moto ritardato dell' impulsione, e l' altra pel moto difformemente accelerato della gravità; dovendo quest' ultima scala riuscire una curva convessa verso la direttrice. Di ciascheduna di queste scale si farà poi lo scrutinio a tenore de' (§. 158, 159, 160); ed ove s' incontri ogni cosa a dovere, si esprimerà l' equazione di

ciaſchedun movimento in modo tale, che ſervir poſſa per gli ſtati diverſi, nei quali potrà incontrarſi l' atmosfera.

171. Finchè lo ſtato dell' atmosſera è permanente nei ſiti delle diviſate ſperienze (§. 170), il loro riſultamento riuſcir dee concludente, ognorachè vi ſi proceda con tutti i riguardi dovuti; ma non può già dirſi lo ſteſſo delle ſperienze fatte nella maniera deſcritta (§. 157) TAVOLA V. FIGURA 16. col collocare il pezzo in diverſe altezze A, L, H ec., ſemprechè le linee della caduta GK, PF, ZX ſiano conſiderabili, come a dire di piedi 500, 1000, 1800, 3000 ec., chiaro eſſendo, che in queſte circoſtanze i riſultamenti riuſcir debbono inconcludenti per li ſeguenti motivi, ancorchè in tempo delle ſperienze foſſe permanente lo ſtato dell' atmosfera.

1.° Perchè il cannone ſparato da quelle altezze conſiderabilmente diverſe incontra un' aria diverſamente denſa, la quale muta la legge nell' accenſione, e nell' abbruciamento della polvere, ancorchè s' adoperi la ſteſſa carica, e quindi rieſce diverſa la velocità iniziale, con cui la palla eſce dal pezzo.

2.° Perchè le linee della caduta GK, PF, ZX, che s' ottengono, attraversano con ordine inverso l' aria inegualmente densa nelle varie altezze, e lo stesso avviene nelle linee AK, FL, HX esprimenti il moto dell' impulsione, in vece che, usando la maniera data (§. 170) collo sparare sempre il cannone dallo stesso sito H, le palle, che di primo gitto colpiranno nei siti M, B, E, T, somministreranno le corrispondenti linee della caduta, coll' attraversare l' aria con ordine naturale, e nella direzione HX s' avranno le linee esprimenti il moto d' impulsione.

Per avere facilmente un riscontro delle alterazioni, che lo stato diverso dell' atmosfera produce nell' abbruciamento della polvere, e nel resistere al movimento della palla, si può fare la seguente sperienza.

Nel fondo della valle si spara uno schioppo vicinissimo a un bersaglio, indi con un' altra carica precisamente eguale alla prima si spara contro lo stesso bersaglio alla distanza di piedi 400. Contemporaneamente a queste operazioni un altro sperimentatore sopra un monte alto

piedi 3000 e più, essendo provvisto delle stesse cariche, spara dalle due divisate distanze lo schioppo contro un altro bersaglio egualmente consistente, ed omogeneo al primo. Facendo indi il confronto delle immersioni seguite ne' due bersagli, si trova, che quelle degli spari fatti vicinissimo al bersaglio sono maggiori nel fondo della valle, e che alla distanza di piedi 400 riescono maggiori sulla cima del monte. Questi effetti sono talora così sensibili, che nelle campagne del 1743, 1744, e 1747 seguite fra le nostre alpi si sono incontrati dei giorni, nei quali le lunghezze dei tiri degli schioppi hanno superato di $\frac{1}{3}$ circa quelle, che cogli stessi cartocci s' ottenevano abitualmente nel fondo della valle. In altri giorni poi, nei quali si formavano dense nubi sul monte, mentre la valle n' era tutt'ora sgombrata, e in altri giorni, che succedeva tutt' all' opposito sì per riguardo alla densità dell' aria, che per conto dei vapori in essa contenuti, tali varietà d'effetti incontravansi nel ripetere le stesse sperienze, che più non vi si ravvisava analogia col risultamento di quelle de' giorni precedenti.

TAVOLA VI. FIGURA 18.

172. Per determinare in altra maniera la legge in ciascheduno de' due moti difformi componenti la trattoria della quarta specie, si collocherà il cannone sopra un piano orizzontale PAK esistente al piè di un monte KIH, e si sparerà sempre colla stessa elevazione, usando quella carica, che somministra una velocità iniziale cognita in quella tale elevazione. Dopo alcuni spari fatti dal sito A coll' elevazione KAM, ed in circostanze tali, che la medietà della linea della caduta MH riesca di piedi 400 in 500, si faranno altri spari da un sito P più lontano dal piede K del monte, affinchè, cadendo la palla in I, riescano maggiori le linee esprimenti il moto dell'impulsione, e quello della gravità. Allontanato quindi maggiormente il cannone dal punto K, si faranno altri spari nella stessa elevazione, e colla stessa carica, e dopo d'aver ottenute le necessarie medietà, si faranno altri consimili spari da un sito ancora più lontano, affinchè la palla col colpire lo stesso orizzonte PL somministri le massime linee nella proiezione, e nella caduta, che ottener si possono in queste circostanze; usando sempre il già

mentovato oriuolo per notare il tempo, che la palla impiega dall' inſtante, che eſce dal pezzo, finchè colpiſca il ſuolo, e tutte le neceſſarie precauzioni per conoſcere ſe, mentre ſi fanno le ſperienze, lo ſtato dell' atmosfera ſia permanente, o ſe ſi muta.

Col mezzo de' riſultamenti, che ſi ricaveranno, ſi coſtruiranno poi le due ſcale degli ſpazi ſcorſi ſu i tempi per farne l' uſo accennato (§. 170).

Le ſperienze fatte in queſt' altra maniera non ſono di lor natura atte a indurre nell'errore; eſſe ſomminiſtrano bensì riſultamenti più compoſti di quelli (§. 170), avvegnachè la palla nell' aſcendere paſſa continuamente da un' aria denſa in un' altra meno denſa, e ſuccede all' oppoſito, toſto che la medeſima s' accoſta al baſſo.

CAPO III.

Degli Effetti, che le palle ſcagliate dai cannoni producono nelle opere di fortificazione.

173. I cannoni dell'Artiglieria peſante (§. 64) ſono ſtati ideati per diſtruggere le opere delle fortificazioni permanenti, e occaſionali.

Nell' attacco di una fortezza ſi deſtinano i pezzi da ll. 32 per atterrare ripari molto robuſti, e formare brecce. L'economia, e talora anche la difficoltà delle ſtrade fa ſminuire il numero di queſti pezzi per ſoſtituirvi i quarti di cannone, i quali s'adoperano per iſcavalcare le artiglierie delle opere eſteriori, e dilatarne le cannoniere. A fine pure di proſeguire l'aſſedio con riſparmio di munizioni, e di uomini ſi uſano i ſagri nelle batterie di briccola, ed in quelle per le palle infuocate.

Nella difeſa di una fortezza, contro cui l'aſſalitore può collocare artiglierie a ſuo talento, il numero de' cannoni da ll. 32 non ſuole oltrepaſſare un terzo della dote, giacchè con riſparmio di

munizioni, e di uomini si possono usare utilmente i sagri da ll. 8 contro le trincee nascenti, ed i pezzi da ll. 16 contro i lavori ancora imperfetti; ma, se il sito per le prime batterie dell' assalitore trovasi talmente limitato, che la fortezza aver possa un fuoco superiore a quelle, allora s' accresce il numero de' mezzi cannoni a quel segno, che si conosce necessario per approfittarsi di tale vantaggio. I sagri colubrinati da ll. 4 servono per tener in rispetto l' avversario tutto d' intorno la fortezza, e se ne destinano alcuni corti, e leggieri (§. 66) per valersene nelle sortite, che si fanno contro la trincea dell' assalitore.

174. L' uso delle armi da fuoco esige indispensabilmente, che si procuri di dare nel segno in ciascheduno sparo (§. 141, 142); per lo che fa di mestiere

1.° Che i pezzi, e le loro casse siano costrutte colla perfezione, che si conviene, ed il complesso di questo meccanismo sia posto in circostanze tali, che nell'atto dello sparo non si disordini l' aggiustatezza del tiro.

2.° Che le artiglierie siano maneggiate colla necessaria perizia, e che siano

ſituate a conveniente diſtanza dal berſaglio.

175. La dottrina addotta nella prima Parte ſerve per coſtruire le artiglierie colla neceſſaria perfezione; ma, ſe occorrerà doverſi ſervire di qualche pezzo, il quale, per non eſſere ſtato fatto a dovere, ſomminiſtrerà tiri irregolari, ſarà neceſſario che chi lo maneggia conſideri, ſe per mezzo di qualche ripiego ſe ne può correggere il difetto. Lo ſpediente di ſminuire la carica ſuol eſſere utile, ognorachè l' irregolarità naſce da ſoverchia leggerezza nell' arma, e ſerve pure ſino a un certo ſegno, qualora la culatta del pezzo non è baſtantemente ſalda nell'atto dello ſparo per difetto di preponderanza.

La perizia dell' Artigliero nel maneggiare i cannoni in fazione comprende parecchie notizie teoriche, e pratiche (§. 174 n. 2). Colle prime arriva a conoſcere la natura della trattoria deſcritta dal proietto, le cauſe, che concorrono a produrla, ed a modificarla, le regole per dedurne le conſeguenze utili alla pratica, ed i modi di correggere, o ſminuire gl' inconvenienti, che talora s' incontrano nelle fazioni.

Si

Si comprendono poi nelle notizie immediatamente pratiche tutte quelle instruzioni, che preventivamente si danno ai bassi uffiziali, ed ai soldati gregarj; e per esempio

1.° Che nel caricare il pezzo d'uopo è usare un modo uniforme, finchè s'adopera la stessa carica, e ricalcare gli stoppacci colla stessa forza, a fine di schivare gli svari, che nell'esito dei tiri s'incontrano d'alto in basso, qualora non si usa quest' avvertenza.

2.° Che nel livellare il pezzo fa di mestiere rimovere tutte quelle cause, e disposizioni, che nell' atto dello sparo sono atte a disordinare l' aggiustatezza del tiro.

3.° S' avvezzano i soldati ad aggiustare il pezzo al bersaglio col necessario discernimento dopo d' aver fatto uno, o due spari pel proprio indirizzo in quelle tali circostanze.

176. Affinchè la distanza tra il pezzo, ed il bersaglio sia conveniente (§. 174 n. 2) d' uopo è badare alla trattoria, che la palla dee descrivere per dare nel segno, alle modificazioni, cui essa trattoria soggiace per gli svari, che in fa-

zione per troppa fretta, o per altri motivi ſpeſſo ſi commettono nel caricare il pezzo, o nel livellarlo, ed all'ampiezza, e poſizione del berſaglio relativamente al ſito, in cui trovaſi il cannone: eſſendo notiſſimo che, qualora il berſaglio è molto alto, ſi arriva a colpirlo facilmente anche nelle grandi diſtanze, quantunque la larghezza ſua ſia minore dell' altezza, e che all'oppoſito difficilmente ſi dà nel ſegno nelle grandi diſtanze, allorchè il berſaglio è poco alto, ancorchè ſia molto eſteſo ne' ſuoi laterali, motivo, per cui ſi dee ſparare più da vicino a miſura che il berſaglio è più baſſo. Nella difeſa, e nell' attacco delle Piazze, che hanno un fuoco radente, l'altezza de' berſagli, contro cui ſi ſpara, nella prima parte dell'attacco immediato non oltrepaſſa i quattro piedi, come a dire i parapetti, l' eſterno delle cannoniere, le teſte delle zappe ec. In riguardo di sì poca altezza ſi è fiſſata in parecchi luoghi de' noſtri Trattati militari a piedi 1200 la maſſima diſtanza per iſparare i pezzi di batteria dell' ordinaria lunghezza contro i diviſati berſagli.

177. Alla necessità di dare nel segno bisogna che vada congiunto un grado di forza tale, che superi la resistenza del bersaglio: imperciocchè, se questa resistenza sarà maggiore della forza dell' urto, il bersaglio percosso se ne rimarrà tutt' ora illeso.

Qualora poi la forza del proietto supera di gran lunga la resistenza del bersaglio, fa d' uopo in tal caso osservare se sia necessario di moderare essa forza, a fine di produrre rovine maggiori, o per non rendere inutili i pezzi, prima che la spedizione militare sia ultimata, coll' usare cariche troppo poderose. A tal fine si praticheranno i seguenti indirizzi, o altri equivalenti.

1.° Si spareranno i cannoni colle maggiori cariche di fazione (§. 143 n. 1) in que' casi solamente, ne' quali esigendosi gran forza in ciaschedun tiro, questa non arriva a disordinarne l' aggiustatezza, come succede, qualora le batterie da breccia sono collocate sul ciglio dello spalto; ma, se con questi cannoni si sparerà a distanze maggiori a fine di scavalcare le artiglierie nemiche, colpire trincee, teste di zappe, o altri lavori

poco alti, converrà in tai riſcontri uſare le cariche ordinarie (§. 143 n. 2), affinchè la polvere acceſa non ſcuota il pezzo irregolarmente, ma ſi conſervi l'aggiuſtatezza del tiro (§. 6, 7, 8, e 9).

2.° Se poi ſi ſparerà contro una muraglia iſolata, come accade nell' attaccare le città, o borghi chiuſi da una ſemplice cinta non terrapienata, converrà nei tiri diretti uſare le cariche minori, o le minime (§. 143 n. 3); giacchè, come veduto abbiamo nelle Inſtituzioni fiſico-meccaniche, la palla, che urta in queſte muraglie con gran velocità, produce un ſemplice buco, ſenza che le parti contigue al ſito dell' urto ſieno ſcoſſe; onde un numero maggiore di ſpari eſigeſi poi per atterrare queſti muri di ciò ſucceda ognivoltachè ſi uſano cariche più deboli. Se il ſito permetterà di collocare i cannoni in una direzione obbliqua alla ſuperficie battuta, ſi potrà in ſimil circoſtanza uſare le cariche ordinarie, ed anche le maggiori; dovendoſi quì oſſervare, che in queſta diſpoſizione gli effetti maſſimi nel berſaglio dipendono dall' angolo d'incidenza del tiro, giacchè queſti effetti ſminuiſcono a miſura che il detto

angolo è ottuso, o acuto più del dovere.

178. La forza dell' urto diretto nei corpi duri si misura col prodotto della massa nella velocità, con cui il proietto arriva a colpire il bersaglio, e nell' urto obbliquo questa forza si esprime col prodotto suddetto moltiplicato pel seno retto dell' angolo d' incidenza diviso pel seno totale (Dinamica). Se la forza sia $= f$, il peso della palla $= m$, la velocità, con cui la palla arriva a percuotere il bersaglio, $=$ V, il seno retto dell' angolo d' incidenza $= a$, sarà $f = mV \times \frac{a}{sen. tot.}$ la formola generale, in cui il rotto $\frac{a}{sen. tot.}$ riesce poi uguale all' unità nell' urto diretto.

Se in questa formola si scriverà il valore di V della velocità restante ricavato a norma del (§. 162), si potrà fare il confronto della forza, con cui le palle del medesimo, o di diverso calibro cacciate con differenti velocità iniziali colpiscono il bersaglio situato in distanze diverse. Per esempio se considereremo, che la distanza tra il pezzo, ed il bersaglio sia espressa dalla linea di proie-

zione, e per la palla da libbre 32 si debba scrivere $r = 12$, troveremo, che nell' urto diretto la forza, con cui la palla da libbre 32 cacciata colla velocità iniziale di piedi 800 percuote un bersaglio vicinissimo, stà alla forza, con cui urta il bersaglio alla distanza di piedi 2400, come 800 : 450; che la forza, con cui la palla da libbre 16 cacciata colla velocità iniziale di piedi 840 urta un bersaglio distante piedi 553, stà alla forza, con cui urta alla distanza di piedi 1915, come 721 : 485.

Confrontando nella stessa maniera le palle di diverso calibro, si trova, che la forza, con cui la palla da libbre 32 cacciata colla velocità iniziale di piedi 800 urta il bersaglio alla distanza di piedi 196, stà alla forza, con cui la palla da libbre 4 cacciata colla velocità iniziale di piedi 870 urta il bersaglio alla distanza di piedi 2088, come $32 \times 767 : 4 \times 313$; che la forza, con cui la palla da libbre 16 cacciata colla velocità iniziale di piedi 840 urta il bersaglio distante piedi 2364, stà alla forza della palla da libbre 8, la quale, essendo cacciata colla velocità iniziale di piedi 860,

urta il bersaglio distante piedi 208, come 16 X 418 : 8 X 805; e se, supponendo i medesimi dati, gli urti saranno obbliqui, di modo che nella palla da libbre 16, essendo l'angolo d'incidenza di gradi 20, sia poi esso angolo di gradi 75 nella palla da libbre 8, saranno le forze de' due urti come 16 X 418 X 34202 : 8 X 805 X 96592.

179. Nell'antecedente paragrafo si è supposto, che la velocità composta BK, con cui la palla arriva al bersaglio, sia uguale alla velocità restante HK, che si compete al moto ritardato dell' impulsione, la qual cosa ha luogo solamente in un caso particolare, ed in tutti gli altri si scosta dall' esattezza geometrica. Per altro, allorchè si cerca quale sia la maggior differenza, che incontrare si può fra esse due velocità nell'uso, che facciamo de' cannoni in guerra (§. 155), si trova così piccola essa differenza, che le due velocità si possono considerare uguali senza commettere errore di conseguenza. Se a tenore del (§. 168) si determinerà il valore della velocità composta BK, essendo il cannone sparato colla carica di fazione, e nella massima elevazione, TAVOLA VI. FIGURA 21.

che il pezzo incavalcato può avere, si troverà, che essa velocità composta riesce minore dell'altra HK in ragione di $\frac{3}{4}$ in circa per cento, cioè a dire, che si ha BK : HK :: 397 : 400, e che, se il pezzo incavalcato si sparerà in quella maggior inclinazione, che ottenere si può sotto l'orizzonte, la velocità composta eccederà l'altra in ragione di $\frac{1}{8}$ circa per cento; onde sarà BK : HK :: 801 : 800.

180. Fra le opere di fortificazione, contro le quali si sparano i cannoni, alcune hanno una resistenza superiore alla forza degli urti i più gagliardi, altre poi cedono a questa forza.

S' incontrano i bersagli della prima specie nelle opere intagliate nella roccia viva, in cui la durezza unita all' adesione resistono a segno, che gli urti più gagliardi non producono nè rovine, nè disgiunzioni; riducendosi il maggior effetto di questi urti a pochi stritolamenti nel sito percosso. Se il peso della palla sia $= m$, la velocità, con cui essa palla urta, $=$ V, e sia $= n$ la mole percossa, il movimento, che per causa dell' urto

s' ecciterà in questa mole saldamente radicata nel suolo, si ridurrà a un picciolissimo tremore incapace a produrre la minima disgiunzione, nè scollegamento, stantechè essa mole riesce di una grandezza smisurata per rispetto alla massa $= m$ della palla (Dinamica). In questi riscontri altro ripiego non v'è per far breccia nella cinta, se non se l'uso delle mine, qualunque sia il tempo, che per quest' operazione esigesi.

181. Discorrendo delle opere, che cedono all' urto delle palle da cannone (§. 180), si riflette, che le medesime vengono distrutte in qualcheduna delle tre seguenti maniere.

1.ª Col disgiugnere, e scollegare le parti impenetrabili della cinta.

2.ª Col penetrare la cinta senza fessurarla.

3.ª Col produrre nella cinta ambidue i divisati effetti.

Ha luogo la prima maniera, allorchè la palla, non potendo penetrare nel bersaglio, lo scuote in modo, che vi produce delle disgiunzioni, e degli scollegamenti, per cui le parti disgiunte, venendo rimosse dal loro sito ne' successivi

urti, privano le superiori della base necessaria, e queste dirupano poi facilmente, come avviene nelle muraglie di competente grossezza costrutte con pietre dure, e con calcina tenace.

Consegue adunque, che per atterrare queste muraglie al più presto d'uopo è usare le palle del maggior calibro, cacciarle colla massima velocità iniziale, che ottenere si può in fazione, situare i pezzi molto da vicino, ed isparарli tutti insieme, affinchè lo scuotimento prodotto da molti urti contemporanei riesca assai più efficace. Da ciò si scorge, che le palle da libbre 64, le quali usavansi altre volte nell'Artiglieria di terra, erano molto proprie per rovinare somiglianti muri in minor tempo, non ostante che fossero cacciate con una velocità iniziale minore di $\frac{1}{12}$ in circa di quella delle palle da libbre 32: imperciocchè, oltre la maggior quantità di movimento, ch'esse avevano, erano poi, per causa della doppia massa, assai più atte a produrre disgiunzioni, e fessure (Dinamica §. 370, 371, 372).

Ciò, che detto è delle muraglie costrutte con pietre dure, e con calcina tenace, dire pur si dee coi debiti riguardi della cinta di una fortezza intagliata nella roccia frangibile, con questo essenzial divario però, che la mole della roccia saldamente nel suolo radicata riceve un tremolo assai minore di quello, che viene comunicato alla muraglia, la quale sebbene sia appoggiata al terrapieno, questo fa le funzioni solamente di un corpo contiguo, il quale non riceve se non se una porzione dello scuotimento suddetto, in vece che, essendo la roccia un continuo, la scossa, che le vien comunicata dall' urto, si diffonde in una massa assai maggiore, e quindi il tremolo riesce minore; per la qual cosa, posta la medesima tenacità nei due bersagli, minori riuscir debbono le disgiunzioni nella roccia.

182. Le palle da cannone distruggono le opere di fortificazione nella seconda maniera (§. 181 n. 2), allorchè ne penetrano la cinta a diverse profondità senza fessurarla, come avviene nel tufo, ne' terrapieni, ed in altri ripari fatti colla terra grassa. La formola $fS = Du^2$ data nelle Instituzioni fisico - meccaniche

(§. 374) ſerve precisamente per determinare in queſti berſagli l' immerſione delle palle di diverſo calibro. L'immerſione della palla da libbre 32, che colla velocità di piedi 900 urta un berſaglio come ſovra penetrabile, ſtà all' immerſione della palla da libbre 4, che urta lo ſteſſo berſaglio colla velocità di piedi 600, come $41 \times 900 \times 900 : 20\frac{1}{2} \times 600 \times 600$ (§. 161). Se dalle ſperienze fatte a norma del (§. 146) riſulterà, che la palla da libbre 32, che colla velocità di piedi 900 urta un parapetto di terra, vi s'immerge piedi 12, in ſimili circoſtanze la palla da libbre 4, che colla velocità di piedi 600 urterà lo ſteſſo parapetto, vi ſi immergerà ſolamente piedi $2\frac{2}{3}$; dal che ſi inferiſce, che i trinceramenti di campagna, i quali avranno una ſpeſſezza maggiore di piedi 3, più non ſaranno perforati dalle palle da libbre 4, che urtano colla diviſata velocità. La ſteſſa formola ſerve pure per determinare il calibro, o la velocità, che aver dee una palla per perforare nello ſtato dell'equilibrio un propoſto parapetto, di cui ci

ſia nota la conſiſtenza (§. 146). Se la ſpeſſezza $= S$ di un trinceramento ſia di piedi 5, e la ſua conſiſtenza $= f$ ſia eſpreſſa da piedi 21970, col ſoſtituire i dati nella formola, ſi troverà, che la palla, la quale urta colla velocità $= V$ di piedi 780, aver dee il diametro $D = \frac{26}{144}$ di un piede. Se la lunghezza di queſto diametro ſi adatterà ſulla noſtra ſagoma de' calibri, ſi troverà, che il medeſimo corriſponde a quello della palla da libbre 8 (§. 161).

183. Per determinare le immerſioni relative delle palle di diverſo calibro, le quali, eſſendo cacciate da diverſe diſtanze, urtano lo ſteſſo berſaglio penetrabile, ed omogeneo, d'uopo è trovare nel moto d'impulſione la velocità reſtante $= V$, con cui la palla ſcagliata dalla diſtanza $= q$ colla velocità iniziale $= c$ arriva a colpire il berſaglio. Per tal fine baſta valerſi (§. 161) della formola $q = \frac{crt}{r+t}$, e con queſta trovare il tempo $= t$, eſſendo dato il valore di r, indi ſoſtituire eſſo tempo nella formola $V = \frac{cr^2}{r+t}$ (§. 162).

Ritrovato in tal guisa il valore di V, si riflette, che negli spari, di cui si tratta, la velocità composta, con cui essa palla arriva al bersaglio, si può considerare uguale alla detta restante (§. 179) senza commettere errore sensibile nella pratica. A seconda per tanto di quest'idea si sono registrate nella tavola seguente le immersioni relative delle palle di diverso calibro, le quali, essendo cacciate da quattro differenti distanze dai cannoni dell' ordinaria lunghezza, sparati colla carica maggiore, e coll' ordinaria, colpiscono lo stesso bersaglio penetrabile ed omogeneo. In questo calcolo si è supposto, che le velocità iniziali sieno a norma del (§. 150), e che la resistenza dell' aria esiga, che per la palla da libbre 32 si scriva $r = 12$.

Immersioni relative delle palle cacciate dalle seguenti distanze colle date velocità iniziali.

Cannoni da libbre.	Carica della polvere	Diametro delle palle.	Valore di r.	Velocità iniziali.	Vicinissimo al bersaglio.	Distante piedi 600.	Distante piedi 1200.	Distante piedi 1800.
32	maggiore . . .	41	12	900	33210	26355	20726	16015
16	maggiore . . .	32 1/2	9.5	960	29952	22877	17082	12452
8	maggiore . . .	26	7.6	1000	26000	18696	13069	8837
4	maggiore . . .	20 1/2	6	1020	21328	14122	8902	5290
32	ordinaria . . .	. . .	. . .	800	26240	20262	15356	11430
16	ordinaria . . .	. . .	. . .	840	22932	16754	11935	8255
8	ordinaria . . .	. . .	. . .	860	19229	13106	8566	5311
4	ordinaria . . .	. . .	. . .	870	15516	9563	5458	2867

Se con uno ſparo fatto in qualcheduna di queſte circoſtanze ſi determinerà l'immerſione aſſoluta di una palla entro un propoſto berſaglio, ſarà facile per mezzo delle immerſioni relative conoſcere le aſſolute delle altre palle, che ſcagliate in qualſivoglia delle circoſtanze quì deſcritte urtano lo ſteſſo berſaglio. Per eſempio ſe una palla da libbre 32 cacciata colla maggior carica, eſſendo il pezzo viciniſſimo a un terrapieno, vi ſi è immerſa piedi 13, la palla da libbre 8 ſcagliata colla maggior carica dalla diſtanza di piedi 1800 vi ſi immergerà ſolamente piedi $3\frac{4}{9}$, la palla da libbre 16 cacciata colla carica ordinaria dalla diſtanza di piedi 600 vi ſi immergerà piedi $6\frac{1}{2}$, e la palla da libbre 4 ſcagliata colla carica ordinaria dalla diſtanza di piedi 1200 s'immergerà nello ſteſſo terrapieno piedi $2\frac{1}{9}$.

184. Per giudicare dell'effetto totale, che le palle producono nei berſagli penetrabili ed omogenei, convien badare anche alla maggior ampiezza de' buchi,

per cui le palle di un calibro maggiore producono disgiunzioni più considerabili, e privando in tal guisa della necessaria base le parti soprastanti, cagionano rovine maggiori. Se l'espressione Du^2, che addita l'immersione della palla nel bersaglio, si moltiplicherà per D^2 quantità proporzionale alla base dell'incavo cilindrico formato dalla palla, s'avrà D^3u^2 per la grandezza del buco, cioè a dire che queste grandezze sono in ragione composta del peso della palla, e del quadrato della sua velocità. Gli effetti prodotti dalla palla da libbre 64, che colla velocità di piedi 740 urta un parapetto di terra, stanno a quelli della palla da libbre 32, che urta lo stesso bersaglio colla velocità di piedi 800, come $64 \times 740 \times 740 : 32 \times 800 \times 800$, come $43 : 25$ in circa. Da questo confronto, e da quell'altro fatto (§. 181) si scorge, che i pezzi da ll. 64 sono in ambedue i casi assai più propri di quelli da ll. 32 per produrre rovine, e brecce. Se più non si usa il cannone intero da ll. 64 nell'espugnazione delle fortezze, la cagione si è la difficoltà, che s'incontra nelle condotte, e nel maneggiamento in batteria.

185.

185. Giacchè le rovine ne' bersagli duri nascono principalmente dalle fessure, che le palle vi producono collo scuotimento (§. 181), e che i bersagli molto penetrabili sono distrutti dall' immersione delle palle (§. 182, 183), consegue, che que' bersagli, i quali partecipano d'ambedue le divisate qualità fisiche, vengono distrutti in una terza maniera (§. 181 n. 3): di questa specie sono le muraglie costrutte coi mattoni, o con altri materiali di qualità analoga ad essi.

La grandezza degl' incavi formati nelle muraglie, di cui si ragiona, è modificata considerabilmente dalla proporzione, che s' incontra tra la forza percuotente, e la resistenza del bersaglio. Allorchè due palle di diverso calibro hanno una forza tale, che s' inoltrano nel bersaglio a gran profondità, le grandezze degli incavi prodotti sono sensibilmente nella proporzione di D^3u^2 (§.184); ma se, mentre una di queste palle s' impianta a gran profondità, l' immersione dell' altra è poca, in simil caso la proporzione suddetta è intorbidata, stantechè il buco formato dalla palla, che ha poca forza, riesce minore assai di ciò risulta dall' es-

S

pressione D^3u^2, di maniera che, se la forza di questa ultima palla supererà a pena la resistenza del bersaglio, non arriverà essa palla a immergersi se non se per una porzione del suo raggio.

Da ciò si comprende facilmente la ragione, per cui le palle de' sagri sono talvolta insufficienti a produrre rovine in una muraglia di questa specie, mentre in altre muraglie bastano a somministrare l'intento.

La grossezza del bersaglio considerata secondo la direzione dell'urto contribuisce pure a modificarne gli effetti. Una palla, che con gran velocità batte con urto diretto in una muraglia sottile, vi produce un buco senza che le parti contigue al sito percosso si sloghino, nè si disgiungano fra esse, e senza nè meno che la muraglia ne rissenta la scossa, in vece che, se il medesimo urto succederà in un muro della medesima qualità, ma talmente grosso, che il movimento della palla si perda in questo, allora, oltre l'incavo prodotto, s'osserveranno parecchie fessure d'intorno al buco prodotte dallo scuotimento.

Questa riflessione basta per conoscere la ragione, per cui una muraglia sottile ed isolata è atterrata più facilmente, qualora si sparano i pezzi con cariche tenui, o pure se, usando cariche più gagliarde, si sparano i cannoni in una direzione obbliqua, di modo che la palla possa penetrare nel muro, e nel perforarlo perda affatto il suo movimento. L'uso de' cannoni, che negli assedi si destinano a cacciare palle infuocate, o a sparare di rimbalzo, essendo stato sufficientemente descritto nel Libro II dell' Artiglieria pratica, non abbisogna di maggiore spiegazione.

CAPO IV.

Degli Effetti, che nelle fazioni campali s' ottengono dai cannoni, che cacciano la palla del corrispondente calibro.

186. Nel comporre un traino d' Artiglieria da destinarsi al seguito di un' armata, che far dee una guerra di campagna, d' uopo è avere in considerazione la natura, e le circostanze del suolo, in cui si guerreggia, la specie di guerra,

che si dee sostenere, il piano di campagna, che si è stabilito di eseguire, il numero, e la qualità delle truppe, che costituiscono l' esercito, ed i loro modi di combattere; dovendosi poi combinare tutte queste riflessioni coll' uso de' cannoni sparati colla palla, o col cartoccio di mitraglia in diverse distanze, affinchè col fare una giudiciosa combinazione di tutte queste cose arrivi il Capitan Generale ad ottenere quel vantaggio massimo, che dall' uso scientifico delle Artiglierie si può ragionevolmente sperare (§. 141, 142). La dottrina di questo, e de' susseguenti capi servirà a risolvere con cognizione di causa il presente importantissimo problema.

187. I cannoni dell'Artiglieria leggiera de' calibri da ll. 16, 8, e 4 (§. 64) costrutti col bronzo, che contiene $\frac{1}{8}$ di stagno, sono stati ideati per formare quel traino dell' Artiglieria, che ripartito in brigate si destina al seguito di un' armata, la quale far dee una guerra di campagna nei paesi comodi per li carreggi, e si tralascia di destinare a questo seguito i cannoni più pesanti di rubbi

175, avvegnachè i ponti, che dai contadini si costruiscono sopra i fossi pel transito dei loro carri, di raro sono atti a reggere pesi maggiori del divisato; oltrechè il terreno, che talora incontrasi di natura inconsistente, o inzuppato dalle precedenti piogge, rende inutili le Artiglierie molto pesanti, qualora l'esercito s' avanza di fronte per assalire l'inimico. Le strade molto fangose dell' autunno, per cui le vetture già infiacchite per gli strapazzi della campagna stentano a strascinare tai pesi, sono pure uno de' motivi, per cui i cannoni molto pesanti non si comprendono nel traino, di cui si ragiona. Qualora poi il suolo, in cui si guerreggia, rende difficile l' uso dei pezzi ordinari dell' Artiglieria leggiera, si esamina, se convenga avere un qualche traino formato coi cannoni corti, e leggieri descritti (§. 66, 72, e 97), o con altre Artiglierie equivalenti.

Il traino d' Artiglieria per un' armata, che far dee una guerra offensiva in paese aperto ed unito, si compone co' cannoni da libbre 8 (*), e vi si desti-

(*) Nell'Artiglieria pratica in tempo di guerra pag. 346 linea prima si scriverà 90 in 95 in vece di 50 in 55, e nella linea 26 si scriverà 40 in vece di 30.

nano in oltre parecchi cannoni da ll. 16 per collocarli in que'siti, dai quali si vorrà fare un grande sforzo contro l'inimico; e se quest'armata avrà un corpo separato, il quale dovrà fare delle marce celeri per attaccare i convogli, o i distaccamenti dell'avversario ec., si potranno destinare al seguito di questo corpo alcuni pezzi corti, e leggieri (§. 97). Qualora poi l'armata dovrà agire offensivamente in un paese, in cui le irregolarità del suolo rendono difficile l'uso de' carreggi, si escluderanno i cannoni del peso di rubbi 175, e sarà necessario talora valersi dei pezzi corti da ll. 8, e 4 secondochè esigeranno le circostanze, e se ne sminuirà anche considerabilmente il numero. L'esatta cognizione del locale, in cui s'avrà a guerreggiare, servirà a stabilire fondatamente il numero, e la qualità de'pezzi.

Se l'armata dovrà stare sulla difesa, ed, essendo il paese assai proprio per li carreggi, non avrà la medesima a fare movimenti considerabili per opporsi ai disegni dell'avversario, il numero de' pezzi da ll. 16 dovrà superare quello, che si destinerebbe per l'offensiva in

ſimil paeſe; ma ſe la difeſa dovrà farſi in un paeſe poco atto per li carreggi, o pure dovrà l' armata fare dei movimenti pronti, e lunghi, le brigate dell' Artiglieria dovranno eſſere ſminuite, e queſto traino dovrà eſſere ſnello, e proprio per queſte marce. Que' poſti ſiſſi poi, i quali forti per natura, o per arte importa ſommamente al Capitan Generale di occupare per averli a ſua diſpoſizione pendente la campagna, ſi muniranno con Artiglierie di gran calibro (§. 71). Siccome dell' importanza di tali poſti ſe ne tratta nel Libro VI della noſtra Architettura militare, così potranno i Maeſtri darne una adeguata idea agli Allievi deſtinati pel Corpo Reale dell'Artiglieria, affinchè queſti col combinare nelle occorrenze i principj della Tattica, e della Fortificazione con quelli della loro profeſſione, ſiano in caſo di far molto con poco.

188. Quantunque i cannoni di campagna dell'ordinaria lunghezza coſtrutti, come ſi diſſe, reſiſter poſſano alle cariche maggiori di fazione, nulladimeno non vi ſi debbono adoperare ſenza una preciſa neceſſità, e nel caſo, in cui non

ſi ſcapita nell' eſattezza del tiro; negli altri caſi ſi uſeranno le cariche ordinarie, le minori, e talora anche le minime secondochè dovrà eſſere la velocità iniziale de' proietti, affinchè queſti producano quegli effetti, che ſi deſiderano. Per eſempio, ſe ſi dovrà battere d'infilata una colonna nemica, ſi uſerà la carica ordinaria, affinchè la palla, eſſendo cacciata con una velocità maggiore, diſtrugga un maggior numero di nemici; ſe la colonna ſarà corta a ſegno che la palla cacciata dalla carica minore baſterà a perforarla da cima in fondo, ſarà in queſto caſo affatto ſuperfluo l' uſo della carica ordinaria, la quale ad altro non ſervirà, che a riſcaldare maggiormente il pezzo. Se poi l'inimico ſi preſenterà di fronte ſchierato in tre, o quattro righe, e ſi dovrà ſparare a palla, baſterà in ſimil caſo uſare la carica minima, e non ſi farà uſo della minore, ſalvo che colla minima ſi oſſervi incoſtanza nell' eſito de' tiri, come avviene facilmente con queſte cariche, ognorachè gli ſtoppacci non ſono ugualmente ricalcati in ciaſcheduno ſparo.

189. La premura di fare un fuoco celere nelle fazioni campali suol essere uno de' principali motivi, per cui la maggior parte de' tiri delle Artiglierie non colpisce nel segno, stantechè nell'operare frettolosamente si commettono sovente errori nel caricare il pezzo, o nel livellarlo, o si trascura qualcheduna di quelle altre avvertenze necessarie per ottenere i tiri aggiustati.

E' indispensabile per tanto di moderare la frequenza degli spari a quel segno, che più non si scapita nell'esattezza de' tiri. Chi opera diversamente rende infruttuose le disposizioni del Capitano Generale, ed è autore delle pessime conseguenze, che ne derivano: nè bastano a giustificarlo le premure, che talora li vengono fatte dalle truppe amiche per sollecitare i tiri, nè il chimerico punto d' onore, che contro ogni ragione da taluno indistintamente si fissa al fuoco celere.

Quanto poi agli spari, che si fanno in circostanze tali, che, attesa la gran distanza, o la picciolezza del bersaglio, si vede, che l'esito de' tiri riesce molto incerto, sarà meglio desistere

dallo ſparo per aſpettare, che la maggior vicinanza, o una più favorevole diſpoſizione nelle truppe avverſe ſomminiſtri il modo di conſumare utilmente le munizioni.

190. Le truppe avverſe ſono il berſaglio, contro di cui ſi dirigono i tiri delle Artiglierie nelle fazioni campali. E' neceſſario per tanto di conoſcere gli effetti, che le palle di diverſo calibro cacciate con differenti velocità iniziali produr poſſono nel colpire l' avverſario in quelle diſtanze, nelle quali occorre di dover combattere: chiaro eſſendo, che ſenza tale cognizione l'Artigliero non è in caſo nella varietà delle circoſtanze di ricavare quel vantaggio maſſimo, che da eſſo ragionevolmente ſi pretende (§. 141).

L' altezza di queſti berſagli è di piedi $3\frac{1}{3}$ per la fanteria, e di piedi 6 al più nella cavalleria, motivo, per cui la diſtanza per gli ſpari de' cannoni dell' ordinaria lunghezza non dee oltrepaſſare piedi 1200, eccettuatine i caſi, ne'quali la diſpoſizione avverſa preſenta un berſaglio talmente vaſto, che facilmente ſi può colpire. L'effetto dei colpi nelle di-

visate specie di truppa si esprime col numero degli individui, che sono uccisi, o feriti a segno di non poter più proseguire il combattimento. La grandezza della ferita cagionata da una palla di maggior calibro, e il numero maggiore di que' proietti, che colpiscono lo stesso individuo, non sono di veruna considerazione, tosto che l' uomo colpito più non può combattere. L' oggetto adunque dell' Artigliero in queste fazioni consiste *nel cercare di colpire in ciascheduno sparo quel maggior numero di nemici, che le circostanze permettono* (§. 141, 142). Quest' effetto massimo dipende

1.° Dalla disposizione, in cui trovasi la truppa avversa, e dalla forma del suolo, in cui essa combatte.

2.° Dal calibro del pezzo, e dall' uso, che si fa della palla del corrispondente calibro, o del cartoccio di mitraglia formato con palle.

3.° Dalla velocità, con cui i proietti colpiscono l' inimico, e dalla distanza, che s' incontra fra le due truppe combattenti.

191. Due casi occorrer possono in riguardo alla forma del suolo (§. 190 n.1).

Ha luogo il primo caſo, allorchè i combattimenti ſono nel medeſimo piano, ed ha luogo il ſecondo caſo, allorchè i due eſerciti ſono in piani diverſi.

Qualora i combattenti ſono nel medeſimo piano, ſia poi queſto orizzontale, o inclinato, la ſuperficie eſpoſta ai tiri delle Artiglierie è eſpreſſa da quella porzione della prima riga delle truppe, contro cui ſi ſparano i cannoni. Se queſta ſuperficie ſarà la teſta di una colonna molto eſteſa in lunghezza, o il fianco di un reggimento ſchierato in battaglia, la palla, che colpirà d'infilata, vi produrrà molta ſtrage. Se poi l' avverſario ſarà ſchierato in tre, o quattro righe in faccia alle Artiglierie, allora s'otterrà effetto maggiore col cartoccio di mitraglia formato con palle, e ſcagliato a conveniente diſtanza: chiaro eſſendo, che il tiro a palla non può in queſto caſo diſtruggere ſe non ſe una fila di tre, o quattro individui, qualunque ſia il diametro, e la velocità, con cui la palla arriva a colpire l'avverſario.

192. Allorchè i due eſerciti ſono in piani diverſi, ed il ſuolo è formato da ſuperficie variamente inclinate, avviene,

che la medesima ordinanza dell' avversario presenta ai tiri delle Artiglierie una superficie più, o meno estesa, ed una disposizione variamente profonda, onde può l' inimico essere colpito dalla palla, o dalla mitraglia suddetta con maggior, o minor facilità, ed essere variamente danneggiato.

Considerando i principali casi, che occorrer possono nelle due disposizioni primarie, nelle quali suol combattere la soldatesca, cioè quando l' inimico si presenta in colonna alle Artiglierie A, e quando si presenta alle medesime schierato in tre, o quattro righe, s' osserva TAVOLA VI. FIGURA 21.

1.° Che, se l' inimico sarà disposto in colonna nel pendío GF inclinato verso F, la sola testa della colonna G sarà esposta al fuoco delle Artiglierie A, e questo fuoco riuscirà più efficace, se, essendo conveniente la distanza AG pel cartoccio di mitraglia, si farà uso di questo in vece della palla.

2.° Se la medesima colonna sarà nel pendío GE inclinato verso E, o pure nell' altro NBM, allora essa presenterà alle Artiglierie A un vasto bersaglio a guisa d' anfiteatro, e la superficie esposta

ſarà la maſſima, allorchè le righe, o le diviſioni della colonna ſaranno fra eſſe vicine, e che la colonna ſarà molto lunga.

3.° Se la diſtanza AB ſarà a tiro del cartoccio, l'effetto maſſimo ſuccederà nella diſpoſizione NBM, ſtantechè, atteſa la divergenza delle picciole palle, potrà ognuna d'eſſe colpire un individuo diverſo, in vece che nella diſpoſizione più vicina GE il numero degli individui colpiti ſarà minore, con queſto divario però, che ciaſcun militare colpito verrà percoſſo da due, o più de' globetti coſtituenti il cartoccio.

4.° La ſuperficie, che la colonna eſporrà ai tiri delle Artiglierie A, riuſcirà minore di prima, ſe l'inimico paſſerà dal pendío EG nel piano orizzontale PE. Se in queſta diſpoſizione la differenza fra li due orizzonti ſarà poca, la palla del corriſpondente calibro incontrerà un minor numero d'individui di ciò incontrerebbe nella diſpoſizione AP, motivo, per cui ſi farà uſo del cartoccio formato con globetti più groſſi, affinchè ognuno di eſſi poſſa perforare più di un individuo, e quindi s'arrivi a formare tante infilate, quanti ſono i glo-

betti, che percuotono la diſpoſizione avverſa; ma ſe la differenza fra li due orizzonti ſarà conſiderabile a ſegno tale, che il tiro rieſca molto ficcante d' alto in baſſo, in ſimil riſcontro, più non non avendo luogo le diviſate infilare, converrà valerſi del cartoccio formato con palle più minute, affinchè col maggior numero di queſte s' ottenga un effetto equivalente a quello del cartoccio formato colle altre più groſſe, e ſcagliato nella prima ipoteſi.

5.° Se l' inimico ſarà ſchierato ſolamente in tre, o quattro righe ſul promontorio G, eſſo ſarà eſpoſto agli ſteſſi danni della colonna ſituata nel pendío GF, e baſterà al medeſimo di ritirarſi alcuni paſſi addietro di G verſo F per ſervirſi di queſto promontorio come di un parapetto, dietro cui potrà far fuoco contro le Artiglierie A.

6.° Se l' inimico ſarà diſpoſto in tre, o quattro righe nel pendío EG, il maſſimo effetto della palla conſiſterà nel diſtruggere una fila d' uomini, qualora le righe ſaranno vicine; ma, ſe queſte ſaranno ſcoſtate, il danno, che produrrà la palla, riuſcirà ancora minore; in ſi-

mili circoſtanze convien far uſo del cartoccio, qualora la diſtanza lo ammette. Un ſomigliante ragionamento avrà pure luogo, allorchè l' inimico come ſovra diſpoſto s' avanzerà nel piano orizzontale PE.

193. La direzione, in cui ſi dee ſparare il cannone per colpire l' avverſario nelle fazioni campali, dipende pure dalla velocità iniziale della palla, dal ſuo diametro, e dalla diſtanza fra i combattenti. Le formole $q = \frac{crt}{r+t}$, $S = \frac{19t^2}{2}$ maneggiate a norma de' (§. 165, 166) ſervono per riſolvere queſto problema.

L' opinione, in cui ſono parecchi Pratici, che nelle fazioni campali ſi debba ſempre ſparare il cannone in una direzione orizzontale, o alla elevazione di un mezzo grado al più, ha luogo ſolamente in un caſo particolare, dovendoſi nei caſi rimanenti variare eſſa elevazione. Per accertarſene ſi conſideri, che il cannone AB ſia ſparato nella direzione orizzontale AC colla carica, che ſomminiſtra la velocità iniziale di piedi 840, e che la reſiſtenza dell' aria ſia tale, che ſi debba ſcrivere $r = 9,5$, e ſuppongaſi

TAVOLA V. FIGURA 14.

gasi pure che, essendo orizzontale il suolo DF, in cui trovansi il pezzo, e l'avversario, sia KG la distanza verticale fra i due orizzonti AC, DF, esprimerà essa KG lo spazio $= S$ scorso dalla gravità; onde sostituendo il valore di KG nella formola $S = \frac{19t^2}{2}$, s'avrà il tempo, che la palla impiegherà nell'andare dalla bocca del pezzo fino all' incontro del suolo DF. Il ritrovato valore di t sostituiscasi nella formola $q = \frac{crt}{r+t}$, s'arriverà a conoscere la lunghezza del tiro AK $=$ DG $= q$. Per esempio se sia KG $= 3$ piedi, sarà $t = 0.56$ di un minuto secondo, e sostituendo i valori di c, r, t nella formola, s'avrà $q = \frac{840 \times \overline{9.5} \times \overline{0.56}}{9.5 + 0.56} =$ DG $=$ piedi 444. Si scorge adunque, che per colpire a maggior distanza lo stesso orizzonte DF fa d'uopo elevare il pezzo, e spararlo in un angolo d'elevazione maggiore a misura, che crescerà la distanza DG, e che, se l'inimico si troverà nel sito G, in cui la palla urta il suolo di primo gitto, il medesimo sarà colpito nei piedi, onde per colpirlo nello stomaco con-

verrà pure elevare alcun poco il cannone.

194. A fine di mettere sotto l'occhio le cose principali, che interessano questa dottrina, e quindi agevolarne l'applicazione alla pratica nelle circostanze diverse, che occorrono nelle fazioni campali, si è calcolata la tavola seguente col supporre, che il pezzo, ed il bersaglio siano ambidue nello stesso orizzonte, e che la resistenza dell' aria esiga $r = 12$ per la palla da libbre 32; e si è pure compreso il caso, in cui, per accelerare il fuoco, si sparano i cannoni senza usare lo stoppaccio, essendosi per gli altri casi supposto, che gli stoppacci siano sempre ricalcati a tenore de' (§. 143, 150). *

Angoli delle elevazioni, ne' quali si debbono sparare i cannoni di differente calibro e lunghezza, usando diversità di cariche per cacciare la palla a differenti distanze.

	Cannoni de' calibri	Carica della polvere.	Velocità iniziali.	Distanze dal Pezzo al Bersaglio: Piedi 600. Linee della caduta	Piedi 600. Angoli dell' elevazione	Piedi 1200 Linee della caduta	Piedi 1200 Angoli dell' elevazione	Piedi 1800 Linee della caduta	Piedi 1800 Angoli dell' elevazione
Dell' ordinaria lunghezza.	da ll. 32	. . . ordinaria	P.di 800	P.di 6 : 0 : 11	G.di 0 : 35	P.di 27 : 10 : 10	G.di 1 : 20	P.di 71 : 9 : 10	G.di 2 : 17
	16	ordinaria	840	5 : 7 : 6	0 : 32	26 : 9 : 8	1 : 17	72 : 10 : 8	2 : 19
	8	ordinaria	860	5 : 5 : 9	0 : 31	27 : 5 : 4	1 : 19	78 : 9 : 5	2 : 30
	4	. . . ordinaria	870	5 : 7 : 7	0 : 32	28 : 9	1 : 22	94 : 3	3
	16	. . . minore	735	7 : 7 : 2	0 : 44	36 : 10 : 8	1 : 46	103 : 5	3 : 18
	8	. . . minore	750	7 : 6 : 4	0 : 43	38 : 9	1 : 51	116 : 4	3 : 42
	4	minore .	760	7 : 8 : 4	0 : 44	43 : 6	2 : 5	135 : 2	4 : 18
Corti a norma del §. 66.	8	. . . minore	716	8 : 4 : 8	0 : 49	43 : 10 : 10	2 : 6	133 : 7	4
	4	. . . minore	724	8 : 9	0 : 50	49 : 9 : 10	2 : 43	170 : 9	5 : 27
	8	minima .	580	13 : 5 : 4	1 : 19	76 : 7 : 5	3 : 40	260 : 9	8 : 20
	4	minima .	580	14 : 10	1 : 25	94 : 3 : 1	4 : 30	391 : 6	12 : 34
	8	minima, e senza stoppacci	400	32 : 10 : 8	3 : 10	279 : 9	13 : 30	1150	39 : 42
	4	minima, e senza stoppacci	400	38	3 : 27	342	16 : 35	impossibile	

195. Una breve conſiderazione fatta intorno queſta tavola baſta per dedurre parecchie conſeguenze vantaggioſe per la pratica, e per eſempio

1.ª Che i pezzi dell'ordinaria lunghezza ſparati colla carica ordinaria alla diſtanza di piedi 600 ſi debbono elevare a un mezzo grado, ed a gradi 1 $\frac{1}{3}$ in circa alla diſtanza di piedi 1200; ma alla diſtanza di piedi 1800 convien ſpararli in una elevazione ancora maggiore, la quale creſce a miſura che il calibro del pezzo è minore.

2.ª Che, uſando le cariche minori, le elevazioni per li pezzi corti ſono maggiori di quelle de' pezzi ordinari ſparati alla medeſima diſtanza.

3.ª Che il pezzo corto da ll. 4 ſparato alla diſtanza di piedi 1800 colla carica minore ſomminiſtra la linea della caduta di piedi 170, e quindi la trattoria deſcritta da queſta palla già appartiene alla quarta ſpecie, e conſeguentemente i ſuoi effetti nel colpire d'infilata rieſcono neceſſariamente minori di quelli, che s'ottengono dalla ſteſſa palla cacciata dal

pezzo ordinario, la cui trattoria è ancora della ſeconda ſpecie.

4.ª Che le elevazioni nei pezzi corti ſparati colla carica minima creſcono aſſai più di prima a miſura che la diſtanza è maggiore, di modo che le trattorie delle palle da libbre 8, e 4 alla diſtanza di piedi 1800 appartengono preciſamente alla quarta ſpecie, ed atteſo l' angolo d' incidenza, in cui queſte palle colpiſcono l' orizzonte, ſono le medeſime affatto improprie per battere d' infilata, e più facilmente falliſcono il berſaglio. Se a tenore del (§. 168) ſi determinerà l' angolo d' incidenza di queſte palle, ſi troverà, che nella diſtanza di piedi 1800 l' angolo ſuddetto ſupera conſiderabilmente quello dell' elevazione, motivo, per cui la palla, incontrando un ſuolo penetrabile, più non rimbalza.

5.ª Che nello ſparare i pezzi corti colla carica minima, e ſenza uſare gli ſtoppacci, le palle deſcrivono già una trattoria della quarta ſpecie alla diſtanza di piedi 1200, impropria eſſa trattoria a battere d' infilata, e per cui aſſai più facilmente ſi falliſce il berſaglio.

6.ª Se alle divisate riflessioni s'aggiugnerà, che nell'aggiustare un pezzo corto al bersaglio si può errare più facilmente per causa della maggior vicinanza dei due punti del traguardo, e che nei pezzi lunghi, essendo minore l'angolo dell'elevazione, riesce per conseguenza anche minore l'angolo dell'incidenza, onde, qualora un tiro riesce corto, può ancora la palla col suo rimbalzo offendere l'inimico, si vede tosto, che per ottenere dalle Artiglierie il fine primario, per cui sono state ideate, d'uopo è *preferire ai corti i cannoni dell'ordinaria lunghezza dello stesso calibro*. Quanto si dirà quì appresso dimostrerà maggiormente il vantaggio, che s'ottiene da questa preferenza.

196. Per determinare la proporzione negli effetti, che le palle di diverso calibro cacciate con differenti velocità iniziali da diverse distanze producono nel colpire l'inimico, d'uopo è considerare le truppe avverse come un bersaglio penetrabile, ed omogeneo, e valersi della formola $S = Du^2$ maneggiata a tenore del (§. 183) a fine di avere le immersioni relative; dopo del che far conviene

una ſperienza per dedurre da queſta il numero aſſoluto degli individui, che, colpiti nello ſteſſo modo, poſſono eſſere perforati da una data palla, che ſi move con una velocità cognita.

A fine di poter confrontare i numeri regiſtrati in queſta tavola con quelli del (§. 183) ſi ſono calcolate queſte immerſioni relative nel ſuppoſto, che per la reſiſtenza dell' aria ſi debba pure ſcrivere $r = 12$ per la palla da libbre 32.

*

Immerſioni relative delle palle cacciate dalle ſeguenti diſtanze colle date velocità iniziali.

	Calibri de' cannoni.	Carica della polvere.	Velocità iniziali.	Viciniſſimo al berſaglio.	Diſtante piedi 600.	Diſtante piedi 1200.
Dell' ordinaria lunghezza.	16		735	17571	11878	8509
	8		750	14625	9360	5743
	4	minore	760	11840	6754	3479
Corti a norma del §. 66.	8		716	13329	8358	4919
	4		724	10745	5933	2944
	8	minima	580	8746	4874	2450
	4		580	6896	3230	1271
	8	minima ſenza ſtoppacci	400	4110	1738	427
	4		400	3241	1024	251

Si è ommesso di calcolare le immersioni al di là di piedi 1200, stantechè nelle fazioni campali si considera, come già s' è detto, questa distanza per lo limite maggiore, in cui si comincia colla palla del corrispondente calibro ad avere qualche tiro esatto nei bersagli, de' quali si tratta; potendosi soltanto in qualche caso straordinario sparare a maggior distanza con esito favorevole, ed è quello, in cui le circostanze del suolo, e della disposizione avversa esibiscono un vasto bersaglio alle Artiglierie (§. 192).

197. Per ridurre a numeri assoluti le immersioni relative registrate (§. 183, 196) si farà la seguente sperienza, o altra equivalente. Colla carica, che somministra una delle velocità iniziali registrate in detti paragrafi si spari un cannone contro un bersaglio penetrabile ed omogeneo, e si misuri l' immersione della palla. Contiguo al bersaglio si collochino due cavalli, o altri giumenti di vil prezzo, e si diriga il tiro in modo, che, dopo d' aver perforato questi animali nelle parti sode, la palla penetri nel divisato bersaglio, e si misuri questa seconda immersione, che si troverà minore della

prima. Col pareggiare queſte due immerſioni s' arriverà a conoſcere il numero de' cavalli, che, colpiti d' infilata nello ſteſſo modo, ſaranno perforati da una palla del dato diametro, che urta colla ſteſſa velocità.

Se, dopo d' aver conſiderata la ſodezza de' cavalli, come ſovra, perforati, ſe ne farà un confronto colle parti ſode del corpo umano, ſi verrà pure a dedurre a un di preſſo il numero di queſti individui, che ſarà perforato dalla ſteſſa palla.

Facendo queſta ſperienza con un pezzo da ll. 8, la cui palla colpiſce colla velocità di piedi 860, riſulta ch' eſſa perfora venti cavalli in circa. Sembra pertanto, che non andrà molto lontano dal vero il computo fatto nella ſeguente tavola col ſupporre, che la ſteſſa palla arrivi a perforare un numero doppio di uomini colpiti nelle parti più ſode del corpo; chiaro eſſendo che, qualora gli individui verranno colpiti nelle parti meno reſiſtenti, il numero di coloro, che ſaranno inabilitati a proſeguire il combattimento, creſcerà a ſegno tale, che potrà facilmente oltrepaſſare il doppio.

La ſeguente tavola è dedotta dalle relazioni regiſtrate (§. 183, 196).

Numero de' fanti, che, colpiti d'infilata nelle parti ſode, ſaranno perforati dalle palle da cannone, le quali, eſſendo cacciate colle deſcritte velocità iniziali, incontrano la diſpoſizione nemica nelle ſeguenti diſtanze.

	Cannoni da libbre.	Carica della polvere	Velocità iniziali della palla.	Viciniſſimo al berſaglio.	Diſtante piedi 600.	Diſtante piedi 1200.
Dell' ordinaria lunghezza.	32	maggiore	Piedi 900	Uom. 70	Uom. 55	Uom. 44
	16		960	63	48	36
	8		1000	55	39	28
	4		1020	45	30	19
	32	ordinaria	800	55	43	32
	16		840	48	35	25
	8		860	40	28	18
	4		870	33	20	12
	16	minore	735	36	24	17
	8		750	31	20	13
	4		760	25	14	8
Corti.	8		716	28	18	11
	4		724	23	13	7
	8	minima	580	19	10	5
	4		580	15	7	3
	8	minima ſenza gli ſtoppacci.	400	9	3 $\frac{1}{2}$	ø $\frac{7}{8}$
	4		400	7	2	ø $\frac{7}{12}$

198. Una breve conſiderazione fatta intorno la tavola precedente baſta per ricavare varie conſeguenze utiliſſime per la pratica, e per eſempio

1.ª Che i pezzi di gran calibro, i quali, ſparati colle cariche maggiori, ed anche colle ordinarie battono da vicino, e d' infilata una diſpoſizione nemica, producono una grande ſtrage, la quale ſupera di gran lunga quella, che è cagionata dai ſagri, e ſpecialmente dai corti ſparati colle cariche minime.

2.ª Che il vantaggio relativo fra i diviſati pezzi creſce a miſura, che ſi ſpara in maggior diſtanza, e che è maggiore la differenza fra i calibri, e fra le cariche adoperate.

3.ª Che lo ſparare il pezzo ſenza ſtoppaccio ſi dee ammettere ſolamente in qualche caſo particolare, e qualora l' inimico è molto vicino.

Queſte conſeguenze, e quelle altre, che ancora dedurre ſi poſſono, dimoſtrano evidentemente che, ſe al ſeguito delle armate ſi conducono pezzi da ll. quattro, e talvolta anche corti, ciò ſi fa unicamente per adattarſi alla natura del ſuolo poco conveniente ai carreggi, e

non già perchè gli effetti di questi cannoni siano poco diversi da quelli, che s' ottengono dai pezzi di un maggior calibro, e più lunghi, i quali per causa del loro peso riescono impropri per essere adoperati nel detto suolo da un'armata, che s'avanza per azzuffarsi.

Queste medesime riflessioni fanno pure conoscere che, qualora un' armata, o una sua parte stà sulla difesa in qualche posto fisso, si debbono preferire le Artiglierie di un maggior calibro, e dell' ordinaria lunghezza.

199. Se l' inimico sarà disposto in tre, o quattro righe, gli effetti, che s' otterranno col battere di sghembo, riusciranno più considerabili a misura, che l' angolo d' incidenza del tiro sulla fronte delle schiere avverse sarà più acuto; giacchè, non essendo la resistenza di questi bersagli valevole a far riflettere la palla, questa penetrerà nelle truppe suddette nella direzione medesima, in cui le colpirà.

Per lo contrario s' avranno gli effetti minimi dagli spari a palla, ognivoltachè l' angolo d' incidenza sarà retto, o molto a questo approssimante, riducen-

dosi i suoi effetti a distruggere una sola fila di soldati, per quanto si voglia grande il calibro, e la velocità della palla. Se in queste circostanze la fanteria avversa sarà a tiro esatto dello schioppo, l'Artiglieria, che sparerà a palla, si troverà in grande scapito: imperciocchè, dovendosi lasciare l'intervallo di otto passi almeno tra un cannone e l'altro per poterlo maneggiare, avviene, che ciascun pezzo è esposto al fuoco di otto file di fanti, cioè a dire che ciascun Artigliero destinato a servire il cannone ha contro di se tre, o quattro schioppi, onde basta una sola scarica nemica per privare il pezzo de' suoi serventi, mentre tutti questi insieme non possono con uno sparo distruggere se non se una fila avversa; e quantunque la scarica della fanteria colpisca soltanto la metà degli Artiglieri, basta tale perdita per interdire il servizio del cannone, mentre essa fanteria può sempre fare un fuoco proporzionato al numero degli individui superstiti.

200. Veduto abbiamo (Esame della polvere) che il fluido, il quale si sviluppa entro un cannone, riesce più co-

pioſo, e più elaſtico a miſura, che il proietto da eſpellere verſo la bocca è più peſante. Da ciò ſi comprende facilmente che, qualora ſi mettono entro il pezzo due palle del corriſpondente calibro, la velocità d'ognuna d'eſſe dee neceſſariamente eccedere la metà di quella, che acquiſta una ſola palla cacciata dalla ſteſſa carica, e quindi la quantità di movimento di queſt' ultima eſſer dee minore della ſomma delle due quantità di movimento delle altre due palle. Ma trattandoſi degli effetti, che ognuna delle tre palle può produrre, qualora a forza di perforare uomini e cavalli perde affatto il ſuo movimento, la faccenda cambia: imperciocchè eſprimendo $S = Du^2$ gli effetti della palla cacciata ſola, converrebbe per ſuperarli, che la velocità iniziale di ciaſcheduna delle altre due palle foſſe maggiore di $u\sqrt{\frac{1}{2}}$, e che ognuna di eſſe colpiſſe una fila diverſa.

La proporzione tra la velocità iniziale, che acquiſta la palla ſola, e quella, che riceve ognuna delle due cacciate inſieme dalla ſteſſa carica, non ſi può altrimenti determinare ſe non ſe in caſi

particolari col mezzo della ſperienza, avvegnachè eſſa proporzione varia a miſura, che s'adopera una carica diverſa. Ciò, che ſu queſto propoſito ſi può dire in generale, è, che in fazione la velocità di ciaſcuna delle due palle ſuol eſſere minore di $u\sqrt{\frac{1}{2}}$. Si ſcorge adunque, che il ripiego di mettere entro il cannone due palle del corriſpondente calibro può riuſcire vantaggioſo ſolamente, qualora ſi batte l'inimico diſpoſto in tante righe, che ciaſcuna delle due palle ha una velocità baſtante per diſtruggere una intera fila. Per eſempio ſe l'inimico ſarà diſpoſto in dieciotto righe, e ciaſcheduna delle due palle da libbre 8 colpirà una fila diſtinta colla velocità iniziale di piedi 580, ſiccome ognuna di queſte palle può diſtruggere 19 fanti (§. 197), così ſaranno 36 gli uomini diſtrutti dalle due palle nella diviſata diſpoſizione, mentre la palla ſola dello ſteſſo calibro, che urterà colla velocità di piedi 860 non potrà diſtruggere più di 18 uomini, a nulla più ſervendo, che la medeſima, dopo d'aver prodotta queſta ſtrage, abbia ancora una velocità atta a diſtruggere trenta uomini.

CAPO V.

Degli Effetti, che nelle fazioni campali producono i cannoni, che ſcagliano cartocci di mitraglia.

201. Sono di due ſpecie i cartocci di mitraglia, di cui fin' ora ſi è fatto uſo fra noi. Gli uni ſono formati con rottami di ferro di differenti groſſezze poſti entro cilindri di latta, o di cartone, le cui baſi ſono chiuſe da due piattelli di legno. Gli altri cartocci ſono formati con picciole palle del peſo di un' oncia al più poſte alla rinfuſa entro i diviſati cilindri, o pure diſpoſte con maeſtria entro un ſacchetto di tela legato a un piattello di legno munito d' aſta, di modo che per mezzo di una rete teſſuta attorno attorno con una funicella, o con un filo di ferro ſe le dà la forma di un grappolo d' uva.

I cartocci della prima ſpecie ſono ſtati deſtinati nella difeſa delle Piazze per eſſere meſſi entro i cannoni Spacciafoſſi, che ſi ſogliono collocare nei fianchi baſſi di una fortezza, ove, non oſtante la gran divergenza, con cui ſi mo-

vono i rottami ſcagliati, ſono queſti tuttavia neceſſitati dalle muraglie della cinta, e della controſcarpa a moverſi fra eſſe; e quantunque la reſiſtenza dell' aria contro le loro ſuperficie irregolari rieſca aſſai più efficace, che nella figura sferica, ciò non oſtante, atteſa la vicinanza de' berſagli, contro de' quali ſi ſpara, hanno eſſi proietti ancora forza ſufficiente per diſtruggere gli uomini.

I cartocci della ſeconda ſpecie ſono ſtati ſpecialmente deſtinati per le fazioni campali, ſul rifleſſo, che le divergenze delle palle rieſcono minori di quelle de' rottami, e che incontrando queſte sfere reſiſtenza minore nell' aria, vanno più lontano de' diviſati rottami.

202. I cannoni, coi quali nelle ſcorſe guerre ſono ſtate formate le noſtre brigate, erano da ll. 4 dell' Artiglieria leggiera (§. 64). I cartocci di mitraglia per queſte armi contenevano 63 in 64 palle di piombo del peſo di $\frac{3}{4}$ d' oncia, e quindi il peſo di tutte queſte palle corriſpondeva alla denominazione del calibro del pezzo.

A fine d' individuare gli effetti, che s'ottengono da questi cartocci, gli Uffiziali del Corpo Reale dell' Artiglieria fecero nel 1743 alla batteria della Scuola pratica le seguenti sperienze con uno de' divisati cannoni, dirigendo i tiri contro un tavolato lungo piedi 48, ed alto piedi 6 collocato nel suolo stesso, in cui trovavasi il pezzo, di maniera che alcune delle palle, che urtavano nel suolo, colpivano poi il tavolato di rimbalzo.

Alcuni de' cartocci adoperati in queste sperienze erano configurati a grappolo d' uva, e consistevano gli altri in un cilindro di latta, o di cartone, entro cui le palle erano poste alla rinfusa, non essendosi osservato nell' esito delle sperienze verun distintivo, per cui si dovesse preferire una all' altra di queste forme di cartocci.

Nelle prime sperienze si è sparato il pezzo colla carica ordinaria di fazione, cioè con libbre due polvere da guerra rattenuta da uno stoppaccio fortemente ricalcato, sopra cui mettevasi poi il cartoccio, ed è risultato, che alla distanza di piedi 360 solamente tre, o quattro palle colpivano il tavolato in ciascuno

sparo.

ſparo. Eſſendoſi poi avvicinato il pezzo alla diſtanza di piedi 300, ſi è oſſervato, che in ciaſcun tiro nove in dieci palle colpivano il berſaglio, che la maggior parte di queſte ne perforava le tavole d' albero groſſe $\frac{1}{12}$ di piede, e che quelle palle, che vi ſi impiantavano ſolamente, erano in parte liquefatte, e parecchie d'eſſe eranſi anche unite due, o tre inſieme.

Nelle ſeconde ſperienze ſi è poſto immediatamente il cartoccio ſopra la polvere, ed, eſſendo il tutto rattenuto da uno ſtoppaccio fortemente ricalcato, è ſucceduto, che alla diſtanza di piedi 300, quantunque il rumore foſſe conſiderabile, come prima, pochiſſime palle però avevano perforato il berſaglio; altre poi non avevano avuta forza baſtante per impiantarviſi, e quelle, che vi ſi erano impiantate, eranſi liquefatte aſſai più di ciò foſſe ſucceduto nelle prime ſperienze. Fra le palle impiantate ſe ne ſono oſſervate di tanto in tanto quattro, ed anche cinque fra eſſe unite, ed una volta fra le altre ſe ne ſono incontrate

quindici talmente unite, che formavano una verga di piombo.

Essendosi passato ad altre sperienze, nelle quali, dopo d' aver messo il cartoccio immediatamente sopra la polvere, si sparava senza veruno stoppaccio, è risultato alla distanza di piedi 300, che, sebbene il rumore del tiro fosse assai più debole di quello delle seconde sperienze, nulladimeno le palle colpivano nel bersaglio con forza alquanto maggiore, e più non vi si osservava liquefazione.

In ciaschedduno de' divisati spari è sempre succeduto alla distanza di piedi 300, che il numero delle palle, le quali colpivano il bersaglio, era tra $\frac{1}{8}$ e $\frac{1}{6}$ di quelle, che formavano il cartoccio, e che quelle, che colpivano il tavolato tra il piè di questo, e la linea orizzontale, che vi si era segnata distante piedi $3\frac{1}{3}$, era tra $\frac{1}{2}$, e $\frac{2}{3}$ di quelle, che avevano colpito il bersaglio. Finalmente si è osservato, che alla divisata distanza di piedi 300 la maggior divergenza orizzontale fra le palle è riuscita di piedi 36, e che

la più frequente era solamente di piedi 20.

203. Collo stesso cannone, ed alla distanza pure di piedi 300 si fecero altri spari colla minor carica di fazione (§. 143), cioè con libbre $1 \frac{1}{2}$ polvere da guerra, ponendo nei primi tiri uno stoppaccio fortemente ricalcato tra la polvere, ed il cartoccio; nei secondi tiri si collocò lo stoppaccio sopra il tutto, e si tralasciò affatto esso stoppaccio nei terzi spari, come erasi praticato nelle sperienze (§. 202). Il numero delle palle, che in questi altri sperimenti ha colpito il bersaglio, era pure tra $\frac{1}{8}$, ed $\frac{1}{6}$ di quelle, che trovavansi nel cartoccio, ma la forza del loro urto si è manifestata minore.

Essendosi di poi fatti altri spari nelle divisate circostanze, ponendo due cartocci entro il pezzo, si è osservato, che il numero delle palle, le quali avevano colpito nel bersaglio, era tra $\frac{1}{9}$, ed $\frac{1}{8}$ di quelle, che trovavansi nei due cartocci, e che molte palle non avevano avuto forza bastante per impiantarsi nel tavolato. Collocato poscia il pezzo distante

piedi 360, e fatti alcuni ſpari con due cartocci, ſi è oſſervato, che il numero delle palle nel tavolato non arrivava ad eſſere $\frac{1}{20}$ di quelle, ch' erano nei cartocci, e che la forza dell' urto era riuſcita molto debole.

204. Dai riſultamenti delle ſperienze (§. 202, 203) ſi conchiuſe allora

1.° Che non ſi deve ſparare il cartoccio a maggior diſtanza di piedi 360 contro i berſagli più baſſi di piedi 6.

2.° Che lo ſtoppaccio ſi dee porre tra la polvere, ed il cartoccio, e ſe, per accelerare il fuoco, ſi preſcinderà dallo ſtoppaccio, le palle avranno ancora forza ſufficiente per colpire gravemente un uomo alla diſtanza di piedi 360.

3.° Che ſi otterrà l'effetto maſſimo, allorchè, preſentandoſi l' inimico in forma d'anfiteatro molto vaſto alla diſtanza di piedi 300 in 360, ſi metteranno due cartocci entro il pezzo, ancorchè ſi ſpari colla carica minore.

4.° Che uſando un ſolo cartoccio alla diſtanza di piedi 300 ſi colpiranno ſei, o ſette fanti della prima riga, e ſe ne colpirà un numero maggiore, ſe ſi

userانno due cartocci, ed a misura che il combattimento seguirà più da vicino, le palle, dopo d'aver perforato i nemici della prima riga, ne colpiranno altri nella riga deretana.

5.° Che facendo uso de' cartocci, di cui si tratta, l'Artiglieria comincia alla distanza di piedi 300 ad acquistare una superiorità sul fuoco della fanteria, stantechè l'esito degli spari, che questa truppa far dee per comando, riesce incerto, mentre il cartoccio cacciato dal cannone colpisce un determinato numero d'individui in ciascuno sparo.

Essendosi poi fatte altre sperienze (§. 202, 203), usando cartocci formati con palle di ghisa del calibro, e peso di un'oncia, i quali contenevano soltanto palle 48 in 50 per averli di un peso corrispondente alla denominazione del calibro del pezzo, è succeduto, che in ciascuno sparo fatto dalla distanza di piedi 360 tre in quattro palle colpivano il bersaglio, e che questo era colpito da otto in dieci palle dalla distanza di piedi 300, e la forza di queste palle sembrava alquanto eccedente quella delle palle di

piombo da $\frac{3}{4}$ d'oncia.

205. Le cose dette nell'Artiglieria pratica pel tempo di guerra, e negli Elementi della Tattica intorno l'uso de' cartocci nelle fazioni campali riguardano quelli descritti nei tre precedenti paragrafi, de' quali si è per l'addietro fatto uso fra noi. Convien ora far vedere in questo capo, che dai cannoni leggieri di campagna dell'ordinaria lunghezza (§.64) si possono ricavare vantaggi assai maggiori di ciò ottenevasi per lo passato, col dare a queste armi costantemente in tutte le circostanze una superiorità decisa sul fuoco della fanteria, che trovasi a fronte di ciascun cannone (§. 199). Servendosi a tal fine di cartocci formati con palle di ferro assai più grosse di quelle di un' oncia poste entro un cilindro di latta dello stesso diametro della palla corrispondente al calibro del pezzo, ed essendo il peso del cartoccio pure eguale a quello di questa palla.

Per procacciarsi i divisati vantaggi d' uopo è considerare la forza, e la direzione, in cui si muove ciascheduna palla del cartoccio, e badare all' eleva-

Tavola 1.ª *Immersioni relative delle palle di ferro per li cartocci.*

Calibro, e peso delle palle.		Valore di *r*.	Vicinissimo al bersaglio.	Distante piedi 300.	Distante piedi 600.	Distante piedi 900.	Distante piedi 1200.
Da once	12	3 . 8	9614	6553	4283	2655	1538
	6	3 .	7580	4642	2645	1365	620
	3	2 . 39	6040	3251	1524	604	181
	1	1 . 65	4191	1621	470	74	2

Tavola 2.ª *Numero de' Fanti, che colpiti d' infilata nelle parti sode possono essere perforati dalle palle de' seguenti calibri, le quali, essendo cacciate colla velocità iniziale di piedi 860, urtano a differenti distanze.*

Calibro, e peso delle palle.			Vicinissimo al bersaglio.	Distante piedi 300.	Distante piedi 600.	Distante piedi 900.	Distante piedi 1200.
Da once	12	Uomini	20 Uom.	14 Uom.	9 Uom.	6 Uom.	4
	6		16	10	6	3 in 4	1
	3		13	7	3 in 4	1 in 2	ø $\frac{1}{192}$
	1		9	4	ø $\frac{5}{6}$	ø $\frac{1}{7}$	ø $\frac{1}{9614}$

zione, in cui si dee sparare il pezzo per colpire l'avversario. Per dare a dirittura un'idea della forza delle palle di ferro, che formano i cartocci, di cui si ragiona, si sono distese le due seguenti tavole. Nella prima si sono registrate le immersioni relative di queste palle, calcolate esse immersioni a norma del (§. 183) supponendo, che le medesime siano cacciate da diverse distanze colla velocità iniziale di piedi 860, e che si debba scrivere $r = 12$ per la resistenza dell'aria nella palla da libbre 32, a fine di poter pareggiare queste immersioni con quelle registrate (§. 183, 196). Nella seconda tavola si è applicato il risultamento della sperienza descritta (§. 197), il che mediante si sono ridotti a numeri assoluti le immersioni relative comprese in questa prima tavola. *

206. Avendo presenti le cose dette (§. 190, 191, e 192) si potranno facilmente dedurre molte conseguenze utilissime per la pratica, e per esempio

1.ª Se si farà il cartoccio colle palle da once 12, ciascun di questi proietti, che percuoterà da vicino una lunga fila d' uomini, ne perforerà 20, e ne perforerà solamente 4 alla distanza di piedi 1200. Se il cartoccio sarà formato colle palle da once 6, ognuna d' esse perforerà 16 uomini vicinissimo al pezzo, ne perforerà 10 alla distanza di piedi 300, 3 in 4 alla distanza di piedi 900, ed un solo alla distanza di piedi 1200. Se il cartoccio verrà formato colle palle di un' oncia, ciascuna d' esse perforerà 4 individui alla distanza di piedi 300, colpirà mortalmente un uomo alla distanza di piedi 600 espresso quest' effetto dal rotto $\frac{5}{6}$, e la stessa palla a pena farà contusione alla distanza di piedi 1200, giacchè il suo effetto si esprime per $\frac{1}{9614}$.

2.ª Considerando la palla di un' oncia alla distanza di piedi 300, quella di once 3 alla distanza di piedi 600, l'altra

206. Avendo presenti le cose dette (§. 190, 191, e 192) si potranno facilmente dedurre molte conseguenze utilissime per la pratica, e per esempio

1.ª Se si farà il cartoccio colle palle da once 12, ciascun di questi proietti, che percuoterà da vicino una lunga fila d' uomini, ne perforerà 20, e ne perforerà solamente 4 alla distanza di piedi 1200. Se il cartoccio sarà formato colle palle da once 6, ognuna d' esse perforerà 16 uomini vicinissimo al pezzo, ne perforerà 10 alla distanza di piedi 300, 3 in 4 alla distanza di piedi 900, ed un solo alla distanza di piedi 1200. Se il cartoccio verrà formato colle palle di un' oncia, ciascuna d' esse perforerà 4 individui alla distanza di piedi 300, colpirà mortalmente un uomo alla distanza di piedi 600 espresso quest' effetto dal rotto $\frac{5}{6}$, e la stessa palla a pena farà contusione alla distanza di piedi 1200, giacchè il suo effetto si esprime per $\frac{1}{9614}$.

2.ª Considerando la palla di un' oncia alla distanza di piedi 300, quella di once 3 alla distanza di piedi 600, l' altra

da once 6 alla distanza di piedi 900, e la palla da once 12 alla distanza di piedi 1200, si vede, che ognuna d'esse produce lo stesso effetto col perforare quattro uomini. Dal che consegue la necessità di usare da lontano i cartocci formati colle palle più grosse, e di valersi da vicino di quelli fatti colle palle più minute, affinchè dal maggior numero di queste s' ottenga effetto maggiore.

3.ª Confrontando poi i numeri registrati nella tavola (§. 197) con quelli della tavola 2.ª (§. 205) si trova per esempio, che la palla da libbre 8 cacciata colla velocità iniziale di piedi 860 perfora da vicino 40 uomini posti in fila, ne perfora 28 alla distanza di piedi 600, e 18 alla distanza di piedi 1200, mentre che una palla da once 6 cacciata colla stessa velocità iniziale di piedi 860 perfora solamente 16 uomini vicinissimo al bersaglio, ne perfora 6 alla distanza di piedi 600, ed atterra un sol uomo alla distanza di piedi 1200: e però, se il cartoccio sarà formato con queste palle, e cinque di esse colpiranno cinque file distinte, gli effetti del cartoccio saranno, vicinissimo al bersaglio, 16×5=80

uomini distrutti, alla distanza di piedi 600 i suoi effetti saranno $6 \times 5 = 30$, e alla distanza di piedi 1200 si ridurranno nell' atterrare cinque uomini. Si scorge adunque come nelle supposte circostanze gli effetti del cartoccio superino quelli della palla da libbre 8, finchè la distanza non eccede piedi 600, e come alla distanza di piedi 1200 l'effetto della palla da libbre 8 superi di molto la strage prodotta dal cartoccio.

207. I ragionamenti fatti (§. 205, 206) essendo applicabili a qualsivoglia caso particolare, purchè s' abbia il dovuto riguardo alle varietà prodòtte dalla velocità iniziale, d' uopo è esaminare come riesca questa velocità, essendo il cartoccio spinto da una data carica.

Qualora si fanno le sperienze per conoscere le velocità iniziali, di cui si ragiona, si trova che, quando le palle sono disposte con un ordine costante entro un cilindro di latta, che il complesso è congegnato nel modo, che si dirà quì appresso, e che il diametro e peso del cartoccio eguaglia quello della palla corrispondente alla denominazione del pezzo, si trova, dico, che la maggior parte

delle palle costituenti il cartoccio è cacciata colla stessa velocità iniziale, che dalla stessa carica vien comunicata alla palla del calibro corrispondente al cannone, e che la velocità delle rimanenti palle riesce alquanto minore. Questi risultamenti, avendo un carattere di costanza, ci somministrano la maniera di determinare con sufficiente approssimazione per la pratica gli effetti delle palle de' cartocci cacciati da differenti distanze con cariche diverse, usando per ciò la norma data (§. 205).

208. Ognivoltachè si spara un pezzo d'Artiglieria col cartoccio di mitraglia, si osserva, che le sue palle si muovono in direzioni fra esse divergenti, le quali per un certo tratto descrivono una specie di cono, la cui base è dalla banda del bersaglio, ed il vertice verso il cannone. Siccome la sola teoria non basta per determinare la direzione, in cui ciascheduna palla si muove, dopo che il cartoccio si è discomposto, stantechè noi non conosciamo la precisa maniera, in cui queste sfere sono in contatto fra loro, nè come si premono scambievolmente nell' atto, che il cartoccio si discompone; così

fa di mestiere ricorrere alla sperienza per individuare i limiti, fra i quali più frequentemente manifestasi questo fenomeno. Dalle sperienze maneggiate coi dovuti riguardi risulta

1.° Che la figura conica continua sino a una certa distanza, oltre cui comincia a sfigurarsi, di modo che se ne perde l'idea.

2.° Che la proporzione tra la base del cono, e la distanza, in cui questa base comincia a sfigurarsi, dipende dalla grossezza delle palle, e dalla carica, o dicasi dalla velocità iniziale, colla quale sono state spinte; ravvisandosi minore essa distanza a misura, che le palle sono più picciole, o che la loro velocità iniziale è minore.

3.° Che nelle distanze eguali le palle cacciate dal cannone dell'ordinaria lunghezza sono fra esse meno divergenti di quelle dello stesso diametro, che sono scagliate da un pezzo corto sparato colla stessa carica. Fenomeno, che cotidianamente occorre ai cacciatori nell'usare schioppi di differente lunghezza.

4.° Che, qualora le palle sono allogate con un certo ordine entro il car-

toccio, e con alcuni altri riguardi, le medesime sono meno divergenti di ciò avvenga, quando vi si collocano alla rinfusa. Siccome le palle da once 12, 6, e 3 si possono disporre ordinatamente entro i cartocci di latta de' calibri da libbre 16, 8, e 4, così di queste palle s'intenderà parlare in avvenire; e quanto alle palle del calibro di un' oncia s' intenderanno poste con quel miglior ordine, che sarà fattevole, entro que' cartocci pure di latta, che s' adopereranno in distanze minori di piedi 400.

5.° Che nelle fazioni campali, se in vece di sparare colla palla del calibro corrispondente al pezzo, si useranno i cartocci di differente specie nelle distanze, che si dirà, s' arriverà a colpire più facilmente l' avversario, purchè si collochi l' asse del pezzo in quella posizione, che si conviene.

209. L' angolo, che far dee l' asse del pezzo coll' orizzonte, si determina a norma de' (§. 165, 166) col supporre, che tutte le palle del cartoccio siano spinte nella stessa direzione dell' asse, supposizione molto vantaggiosa nella pratica, in cui succedendo, che alcune palle

Angoli delle elevazioni, nelle quali ſi debbono porre i cannoni, che cacciano il cartoccio di mitraglia colle velocità iniziali di piedi 860, e 716 dalle ſeguenti diſtanze, ſuppoſto i combattenti nello ſteſſo orizzonte.

Calibro delle palle	Velocità iniziali	Diſtanze fra i combattenti							
		Piedi 300		Piedi 600		Piedi 900		Piedi 1200	
		Linea della caduta	Angolo dell'elevazione	Linea della caduta	Angolo dell'elevazione	Linea della caduta	Angolo dell'elevazione	Linea della caduta	Angolo dell'elevazione
da	Piedi	Piedi	Gradi	Piedi	Gradi	Piedi	Gradi	Piedi	Gradi
once 12	860	1.44	0:16	6.86	0:40	19.69	1:15	45.98	2:12
6		1.46	0:17	7.75	0:45	24.33	1:33	64	3: 4
3		1.52	0:18	9.12	0:52	32.96	2: 6	106.61	5: 5
1		1.83	0:22	13.68	1:18	77.7	4:57	769.5	32:41
12	716	2.09	0:24	10.87	1: 2	33.22	2: 7	85.5	4: 5
6		2.18	0:25	12.78	1:13	44.32	2:49	136.45	6:30
3		2.37	0:27	15.81	1:30	66.71	4:15	297.32	13:55
1		2.98	0:34	26.81	2:34	267.86	16:36	impoſſibile	

del cartoccio escano dal cannone in angoli maggiori, ed altre in angoli minori, avviene, che quel picciolo errore, che commesso d'alto in basso nel livellare il pezzo basta per rendere vano il tiro fatto colla palla del calibro corrispondente al pezzo, più non intorbida sensibilmente gli effetti del cartoccio.

210. A fine di mettere sotto l'occhio le cose principali, che interessano l'uso de' cartocci, si è calcolata la seguente tavola per le velocità iniziali di piedi 860, e per quelle di piedi 716 (§. 150, 151), essendosi fatto il computo nel caso, che la resistenza dell' aria esiga $r = 12$ per la palla da libbre 32 a vista di confrontarne i numeri con quelli registrati nelle due tavole (§. 205). *

211. Combinando ora i numeri registrati nella precedente tavola con quelli del (§. 205), si ricavano diverse conseguenze utilissime per la pratica, e per esempio

1.ª Che le palle da once 3 scagliate colla velocità iniziale di piedi 860 dalla distanza di piedi 1200 descrivono una trattoria della seconda specie atta a battere ancora in qualche modo d' infilata; ma, attesa la tenue loro forza espressa dal rotto $\frac{1}{192}$, più non torna a conto far uso di somiglianti cartocci in tale distanza. Quanto ai cartocci formati colle palle di un' oncia se ne dee assolutamente escludere l' uso in questa distanza sì perchè descrivono una trattoria della quarta specie affatto impropria per battere d' infilata, sì perchè la loro forza riesce quasi insensibile, essendo espressa dal rotto $\frac{1}{9614}$.

2.ª Che le palle da once 3 cacciate colla velocità iniziale di piedi 860 dalla distanza di piedi 900 descrivono una trattoria della seconda specie atta a battere d' infilata; ma essendo l' effetto d' ognuna d' esse espresso dal distruggi-

mento di uno in due individui, ſi dee conſiderare queſta diſtanza come la maſſima, in cui convenga far uſo di cartocci formati colle diviſate palle; e quanto alle palle di un' oncia, ancorchè la loro trattoria appartenga alla ſeconda ſpecie, ſiccome la forza loro ſi eſprime per $\frac{1}{7}$, così la diſtanza di piedi 900 ſi dirà eccesſiva per queſti cartocci, e la maſſima ſi conſidererà eſſere quella di piedi 600, in cui l' effetto di ciaſcuna palla ſi eſprime per $\frac{5}{6}$.

3.ª Che l' effetto delle palle da once 6 cacciate colla velocità iniziale di piedi 860 dalla diſtanza di piedi 1200 riducendoſi a diſtruggere un ſolo individuo, ſi può queſta diſtanza conſiderare per la maſſima, in cui convenga uſare queſti cartocci, ancorchè la trattoria ſia atta a battere d' infilata; ma riſpetto ai cartocci formati colle palle da once 12 cacciati colla mentovata velocità, la diſtanza di piedi 1200 ſi conſidera propria per diſtruggere tre, o quattro fanti diſpoſti in fila.

4.ª Considerando poi le linee della caduta, qualora la velocità iniziale è soltanto di piedi 716, si vede, che le trattorie descritte dalle palle riescono più curve delle altre, e quindi meno atte a battere d'infilata, e facendo il computo a tenore delle cose insegnate, si trova che, essendo anche minori gli effetti, d'uopo è usare i cartocci in distanze vie più corte, a misura che la velocità iniziale s'allontanerà per difetto dai piedi 860.

5.ª Che una carica tenue di polvere produrrà lo stesso effetto di una più gagliarda solamente, quando l'inimico disposto in tre, o quattro righe s'avvicinerà a segno tale, che ciascuna palla avrà forza bastante per distruggere un' intera fila. Le medesime cose dire si debbono intorno l'uso de' cannoni corti, stante la minor velocità iniziale, con cui cacciano le palle (§. 151).

6.ª Il numero delle palle, che scagliate dalle divisate distanze colla mentovata velocità iniziale, o con altre minori arrivano a colpire un bersaglio di una determinata estensione, non si può altrimente determinare se non colla spe-

rienza maneggiata coi riguardi, che si convengono, stantechè noi non conosciamo la particolar direzione, con cui ciascun proietto si muove dopo che il cartoccio si è discomposto.

212. Ancorchè nei fatti ragionamenti dal §. 205 a questa parte siasi scritto $r = 12$ per la resistenza dell' aria nella palla da libbre 32, tuttavia le conseguenze ivi addotte hanno pure luogo nella pratica, qualunque sia il valore di r, ognorachè in vece delle precise quantità assegnate agli effetti de' cartocci si considera solamente il rapporto di maggiore a minore, e all' opposito; motivo, per cui si può stabilire con tutta sicurezza per la pratica, che per conseguire coi cannoni nelle fazioni campali l'oggetto dell' Artigliero (§. 190) d' uopo è regolarsi come segue.

1.° I cannoni da ll. 16 avranno quattro specie di cartocci. Quelli della prima specie saranno formati con 16 palle da once 12 ciascuna, e non si useranno colla carica ordinaria a maggior distanza di piedi 1200 contro l' avversario disposto in poche righe, e si potrà continuare a farne uso anche più da vicino,

allorchè l' inimico ſarà diſpoſto in molte righe, avendo in ciò preſenti le rifleſſioni addotte (§. 206 n. 3). I cartocci della ſeconda ſpecie ſaranno formati con 32 palle da once 6, e non ſi principierà colla detta carica a ſcagliargli a maggior diſtanza di piedi 900, qualora l' avverſario ſarà diſpoſto in poche righe. Quelli della terza ſpecie verranno formati con 64 palle da once 3, e ſi potrà incominciare a farne uſo alla diſtanza di piedi 600 contro l'inimico, come ſovra, diſpoſto in poche righe. Finalmente i cartocci della quarta ſpecie conterranno 192 palle da un' oncia, e s'adopereranno in diſtanze minori di piedi 400.

2.° I cannoni da ll. 8 avranno tre ſpecie di cartocci. Quelli della prima ſpecie conterranno 16 palle da once 6, e uſando la carica ordinaria non ſi tireranno in diſtanza maggiore di piedi 900. I cartocci della ſeconda ſpecie verranno formati con 32 palle da once 3, e ſi principierà a farne uſo alla diſtanza di piedi 600, ed i cartocci della terza ſpecie avranno 96 palle da un' oncia, e ſi tireranno in diſtanze minori di piedi 400.

3.° Nei cannoni da ll. 4 s'avranno solamente due specie di cartocci. Quelli della prima specie verranno formati con 16 palle da once 3, e si cacceranno colla carica ordinaria dalla distanza di piedi 600 al più, e gli altri della seconda specie conterranno 48 palle da un' oncia, e si tireranno da una distanza minore di piedi 400.

4.° Dall' essere il numero delle palle di un cartoccio da libbre 16 doppio di quelle dello stesso diametro, che trovansi nel cartoccio da libbre 8, consegue, che sparando ambidue i pezzi dalla medesima distanza colle cariche, che somministrano la stessa velocità iniziale, si dee ottenere dal pezzo da ll. 16 un effetto doppio. Lo stesso dee dirsi del pezzo da ll. 8 rispetto a quello da ll. 4. Se a questa considerazione si aggiugnerà, che il pezzo di un maggior calibro caccia più da lontano cartocci formati con palle più grosse, si conoscerà il doppio motivo, per cui i cannoni di un maggior calibro si debbono preferire a quelli di minor calibro, ognorachè non vi ostino le difficoltà del suolo, in cui si guerreggia, e la lentezza del servizio nelle fa-

zioni. Se poi il cartoccio da libbre 16 verrà tirato con una velocità iniziale, che ſia minore di $\frac{1}{6}$ di quella, che ha il cartoccio da libbre 8 formato colle ſteſſe palle, e tirato dalla ſteſſa diſtanza, ſi troverà in certe circoſtanze, che il primo cartoccio produce ancora effetti maggiori di quelli del ſecondo. E ſiccome i pezzi corti da ll. 8 (§. 66) incontrare ſi poſſono nelle diviſate circoſtanze, così ſi ſcorge come in ſimile riſcontro tali pezzi preferire ſi poſſano a quelli da ll. 4 dell'ordinaria lunghezza. Qualora poi ſi tratterà di ſparare a conveniente diſtanza contro l'avverſario diſpoſto in forma d'anfiteatro (come occorre talora nei combattimenti montani), allora ſiccome il pezzo da ll. 8 caccia un numero doppio di palle, così in ſomigliante circoſtanza ſaria preferibile, ancorchè corto, a quello da ll. 4 dell'ordinaria lunghezza.

5.° Se nei cartocci ſi accreſcerà il numero delle palle, ſi ſminuirà con ciò la velocità iniziale di ciaſcun proietto a ſegno tale, che ſi ſcapiterà nell'effetto totale, ognorachè ſi tratterà di diſtrug-

gere uomini diſpoſti in fila (§. 200). Contrariamente s' accreſcerà la ſtrage col cartoccio più copioſo di palle, ſempre- chè l'avverſario ſarà diſpoſto in forma d' anfiteatro. Siccome in queſte occorrenze ſi poſſono mettere due cartocci entro il pezzo, così baſterà coſtruirli tutti con tante palle, che formino a un di preſſo il peſo corriſpondente alla denominazione del cannone.

6.° Qualora l'avverſario ſi preſenterà avanti le Artiglierie diſpoſto in molte righe, ſarà d' uopo ſparar ſempre colla carica ordinaria in vece delle minori, uſando la palla del calibro corriſpondente al pezzo, o pure il cartoccio, che ſi conviene in quella tale diſtanza. Per conoſcere ſe debba farſi uſo della palla, o del cartoccio ſi faranno delle rifleſſioni analoghe a quelle del (§. 206 n. 3), e ſarà pure neceſſario di avere una ſerie di ſperienze (§. 211 n. 6), per cui ſia noto il numero delle palle, che in quelle tali circoſtanze colpiſce il berſaglio di una data eſtenſione. (*)

(*) Si ſcorge, che la proporzione aſſegnata nell' Artiglieria pratica pel tempo di guerra pag. 346 tra cartocci di mitraglia, e le palle da aſſegnarſi in dote delle brigate ſi dovrà variare per adattarla alla preſente dottrina.

7.° Occorrendo nella guerra di campagna di dover collocare alcuni pezzi da ll. 32 in qualche posto fisso, si formeranno per essi cinque specie di cartocci, cioè con 16 palle da once 24 ciascuna, che si potranno scagliare dalla distanza di piedi 1500, con 32 palle da once 12, con 64 palle da once 6, con 128 palle da once 3, e con 384 palle da un' oncia, per servirsi delle quattro ultime specie nelle già divisate distanze. I cartocci formati colle palle da once 24, e da once 12 si potranno pure usare con gran vantaggio nella difesa delle Piazze di guerra contro i lavori nascenti dell' assalitore, purchè s' abbia l' avvertenza di disporre le cose in modo, che la divergenza delle palle non offenda le truppe del presidio, le quali dovranno in sito più basso occupare un qualche posto avanzato, che incontrasi nella direzione tra il cannone, ed il lavoro avverso, che si vuol colpire.

213. Fra le palle di ferro per formare i cartocci le migliori sono quelle manipolate col martello. Se l' economia esige, che si usino palle di ghisa, quelle solamente si debbono adoperare, che saranno

ſtate formate con materia molto tenace: imperciocchè ſenza tale qualità le palle ſi ſtritolano nell'eſſere cacciate dal pezzo, e quindi più non arrivano a colpire l'avverſario, e queſti ſtritolamenti rieſcono più copioſi a miſura, che ſi ſpara con una carica più forte. A fine per tanto di ſchivare un così grand' inconveniente, d' uopo è percuotere alcune volte con un peſante martello ciaſcuna palla di ghiſa, e porre nei cartocci ſolamente quelle, che reſiſtono a queſta forza.

Il cilindro di latta, che forma la parete del cartoccio, aver dee il diametro ſteſſo, che ha la palla del calibro corriſpondente al cannone. In una eſtremità di queſto cilindro s' introduce un altro eſatto cilindro di legno forte alto punti 12 in 18, ſopra del quale ſi colloca il primo ſtrato delle palle diſpoſte con ordine, ponendo poi fra gl' interſtizi di queſte alcuni pezzetti di legno per renderle così ben ſalde. Sopra il primo ſtrato ſi forma il ſecondo, diſponendo le palle fra i vani delle inferiori, e ſi aſſoda pure queſto ſtrato con pezzetti di legno, ſchegge, o altra ſimil coſa, affinchè, qualora i carreggi, che

conducono i cartocci al ſeguito delle brigate, vanno nelle ſtrade ſaſſoſe, o laſtricate, gli ſcuotimenti del carreggio non diſordinino le palle poſte entro il cartoccio, onde venga poi a romperſi la latta, o a sfigurarſi in modo, che il cartoccio più non poſſa entrare nel pezzo. Dopo d'aver, come ſovra, diſpoſti tutti gli ſtrati, ſi fiſſano poi con un piattello di legno groſſo punti 4 in 6 poſto ſuperiormente entro il cilindro, e tanto queſto piattello quanto l'altro, che forma il fondo, s'inchiodano fortemente al cilindro di latta, in modo però, che con tutta facilità diſtinguere ſi poſſa il fondo del cartoccio dal piattello ſuperiore, ſopra del quale ſi ſegnerà il calibro delle palle coſtituenti il cartoccio, affinchè per mezzo di tal precauzione gli Artiglieri ſiano in caſo di uſare quella ſpecie di cartocci, che ſi conviene alla diſtanza fra i combattenti, e porre il cartoccio entro il pezzo col fondo verſo la carica.

Se in vece di aſſodare le palle entro il cartoccio con iſcheggie, e pezzetti di legno ſi uſerà un maſtice, la cui tenacità ſia adeguata alla forza della carica, che s'adopera, riuſciranno con tal

ripiego meno divergenti le palle. Il mastice fatto colla pece liquefatta, e colla polvere di marmo serve all'intento, ognorachè se ne proporzionano le dosi alla forza della carica; imperciocchè, se il mastice sarà tenace a segno che il cartoccio arriverà illeso al bersaglio, o che si discomporrà troppo da vicino a questo, si perderà con ciò il vantaggio, che s'ottiene da una congrua divergenza fra le palle; chiaro essendo, che la gran vicinanza fra questi proietti, e la troppa divergenza sminuiscono ambedue il numero degli individui, che sono colpiti, e quindi s'oppongono all'oggetto dell'Artigliero (§. 190).

214. A fine pure di ottenere nelle fazioni campali il vantaggio massimo (§. 212), si praticheranno i seguenti indirizzi.

1.º Si procurerà di collocare le brigate d'Artiglieria in faccia di que' siti, contro de' quali s'intende di fare un grande sforzo, o pure là, dove si vuole sostenere un vivo attacco dell'inimico, e dovranno i pezzi di queste brigate essere di quel maggior calibro, che s'incontreranno al seguito dell'armata, destinandosi quelli di un calibro minore ne'

ſiti del falſo attacco, a fine di occupare l'avverſario, e fargli illuſione.

2.° Nel collocare le brigate d'Artiglieria in una poſitura difenſiva ſi procurerà, che avanti di queſte ſiavi un qualche interrompimento, come a dire un foſſo, un parapetto, una ſpalliera, uno ſteccato formato con cavalli di friſa, o altro ſimile oſtacolo capace a trattenere per qualche tempo in faccia alle Artiglierie un nemico, che cerca di aſſalirle coll'arma bianca.

3.° Ciaſcheduna brigata avrà un competente numero d'Artiglieri in riſerva, i quali ſi fermeranno a coperto di qualche vicino riparo, o de' carreggi per le munizioni, a fine di poter rimpiazzare ſenza perdita di tempo coloro fra i ſerventi il pezzo, che verranno ucciſi, o feriti. Se in tutti i tempi fu creduto neceſſario di diſporre l'armata in due ſchiere a viſta di rimpiazzare colle truppe della ſeconda le gravi perdite, che fa la prima ſchiera, dovranno per la ſteſſa ragione gli Artiglieri di ciaſcheduna brigata eſſere numeroſi a ſegno tale, che non oſtante le perdite, che s'anderanno facendo di queſti individui, poſ-

ſa il fuoco de' cannoni continuarſi in tutto il tempo dell' azione con quel vigore, che ſarà neceſſario.

CAPO VI.

Si confrontano gli effetti dell' Obice con quelli del Sagro.

215. Uſavaſi nello ſcorſo ſecolo il cannone Petriero, che in qualità di Spacciafoſſo lungo piedi 4 in 5 ſcagliava palle di pietra, e cartocci di mitraglia nella difeſa delle Piazze. Col raccorciare queſto cannone, e col fiſſarne il diametro della bocca al calibro di ll. 40, è nato l'*Obice*, le cui proporzioni ſono notabilmente diverſe preſſo le diverſe nazioni, e ſi poſſono ancora variare a ſeconda dell' uſo, che s' intende fare di queſto pezzo.

Gli obici i più lunghi, che mi è riuſcito di vedere, ſono di ſei diametri della loro bocca colla camera cilindrica in fondo capace a contenere due libbre di polvere, ed i più corti ſono di quattro diametri, la cui camera pure cilin-

drica ammette libbre 1 $\frac{1}{3}$ polvere. I lunghi furono già adoperati nelle fazioni campali dall' esercito Imperiale, allora quando sotto gli ordini del Principe Eugenio di Savoia guerreggiava contro i Turchi, e dicesi, che le granate Reali scagliate contro la cavalleria Ottomana, oltre la strage, che in essa produsse, abbia anche cagionato effetti morali molto considerabili. Per altro il credito di questi medesimi obici scapitò assai nella battaglia di Guastalla seguita li 19 settembre 1734: imperciocchè la cavalleria Gallo-Sarda della sinistra non essendo stata nè lesa nè commossa dalle molte granate Reali, che le furono scagliate contro, caricò più volte l' avversario con felice successo.

Qualora si riflette, che la cavalleria Ottomana solita a combattere volteggiando presenta un bersaglio assai più vasto della nostra disposta in due, o al più in tre righe molto vicine, si comprende tosto come quella truppa possa essere più facilmente colpita, e come in quella maniera di combattere possa anche nascere facilmente confusione per causa dell' urto, e dello scoppio delle gra-

nate, mentre più difficilmente possono aver luogo i medesimi effetti nella disposizione, e ne' movimenti della nostra cavalleria. Qualunque però sia la cagione delle due accennate diversità, noi esamineremo gli effetti fisici prodotti dai proietti scagliati dall' obice lungo sei diametri, e li confronteremo con quelli, che s' ottengono dai sagri descritti (§. 183), a fine di conoscere la strage, che ognuno di questi pezzi può cagionare fra le truppe avverse nelle fazioni campali, e tralasceremo di considerare gli effetti morali, che alcuni hanno pensato dover nascere dai tiri delle granate Reali, giacchè di questi effetti non si può prevedere l' evenimento, nè calcolarne le conseguenze; oltrechè si ha dalle storie essere succeduto più d' una volta, che quella truppa, la quale da principio erasi sbigottita per li spari delle Artiglierie, sia poi divenuta animosa a segno di disprezzarle, allora quando ha osservato, che il danno da esse recato era di poco momento.

216. Si cacciano coll' obice le granate Reali nelle fazioni campali a fine di danneggiare l' avversario coll' urto, e

collo

collo ſcoppio, e ſe ne ottiene l'effetto maſſimo, allorchè la granata, dopo d'aver colpito d'infilata la diſpoſizione nemica, e d'aver perſo interamente il ſuo movimento coll' offendere gl' individui, che incontra nel ſuo cammino, ſcoppia in mezzo ai ſoldati ſuperſtiti.

Per dare una prima idea del confronto, che s' intraprende di fare, ſuppongaſi un obice di lunghezza uguale al cannone ordinario di ll. 8, e ſuppongaſi in oltre, che ciaſcheduno di queſti due pezzi ſia ſparato con libbre quattro polvere, ſi ſcorge facilmente, che il fluido elaſtico, il quale nell'uſcire dalla camera dell' obice ſi diſtende nella volata, eſercita contro la granata una preſſione minore di quella, che la ſteſſa quantità di fluido ſviluppatoſi entro il cannone eſercita contro la palla, dal che avviene, che la velocità iniziale della granata rieſce conſiderabilmente minore di quella della palla.

Si rifletta ora, che la lunghezza dell' obice di ſei diametri non arriva ad eſſere la metà di quella del diviſato cannone, e che la maggior carica dell'obice, eſſendo di due ſole libbre (§. 215)

di polvere destinate a spingere la granata, che pesa libbre 24, dee per tutti questi motivi la velocità iniziale di questo proietto riuscire di gran lunga inferiore a quella della palla, la quale, pesando solamente libbre 8, è spinta dalla carica di libbre 4 cogli stoppacci fortemente ricalcati.

Dall' essere la velocità iniziale della granata molto inferiore a quella della palla, e dall' essere essa granata di gravità specifica pure minore, avviene poi, che la resistenza dell' aria riesce più efficace in questo proietto, e l' immersione sua nello stesso bersaglio è notabilmente minore di quélla della palla.

217. Gli effetti dell' urto della granata si possono determinare in due maniere. Per praticare la prima basta sparare l' obice contro un bersaglio in quelle elevazioni, e distanze diverse, che occorrono nelle fazioni campali, e confrontare di poi queste immersioni con quelle, che s' ottengono dalla palla di quel sagro, che si vuol pareggiare coll' obice; la proporzione fra queste immersioni esprimerà quella degli effetti de' due proietti, nulla montando, che la gra-

nata faccia un buco maggiore negli individui, che perfora.

La tenue velocità, con cui la granata Reale urta il bersaglio, e la gravità sua specifica minore di quella della palla sono cagione, che, qualora il bersaglio non è penetrabilissimo, le immersioni d'essa granata riescono minori di ciò riuscir dovrebbero a tenore della formola (§. 182). In questo riscontro fa di mestiere praticare la seconda maniera, usando il metodo seguente, o un altro equivalente.

A norma del (§. 167) si trovi la velocità iniziale della granata cacciata in quelle elevazioni, che occorrono ne' fatti d'armi: imperciocchè questa velocità nelle elevazioni diverse varia assai più di ciò succeda nelle palle scagliate dai cannoni. Dopo d'avere ritrovato esse velocità, ed il valore di r per la resistenza dell'aria, si trovi la velocità restante $=$ V nelle diverse distanze, e se ne sostituisca il valore nella formola Du^2 per avere l'immersione d'essa granata supposta massiccia; ma perchè il peso di questo proietto è minore di ciò si compete alla gravità specifica del ferro, così

si sminuisca l' espressione Du^2 nella ragione del peso della granata supposta massiccia al suo peso attuale, e s' avrà a un di presso l' immersione effettiva, la quale si potrà poi confrontare con quella della palla cacciata dal sagro.

218. Se nel fare le sperienze (§. 217) con una granata del diametro di punti 43 risulterà che, qualora si dee scrivere $r = 12$ per la resistenza dell' aria nella palla da libbre 32, le velocità restanti d' essa granata cacciata nelle convenienti direzioni per colpire in diverse distanze sono come segue, s' avranno le corrispondenti immersioni relative, supposta massiccia la granata, e penetrabilissimo il bersaglio.

		Velocità, con cui la granata urta.	*Immersioni relative.*
Vicinissimo al bersaglio	piedi	280	43×280×280
Alla distanza di piedi	600	216	43×216×216
	1200	170	43×170×170

E siccome il peso della granata massiccia stà al peso attuale, qualora è co-

ſtrutta colle proporzioni date nel Libro I.° dell' Artiglieria pratica, come 10 : 7, così le immerſioni ſuddette nelle diviſate diſtanze ſi dovranno ridurre a $\frac{7}{10}$, onde s' avrà

Immerſioni relative.

Viciniſſimo al berſaglio		. .	2359
Alla diſtanza di piedi	600	. .	1404
	1200	. .	869

Queſte immerſioni relative in tal guiſa ridotte eſſendo pareggiabili con quelle regiſtrate (§. 183), ſi potrà a norma del (§. 197) ricavare in numeri aſſoluti la quantità de' fanti, i quali colpiti d'infilata ſaranno perforati dalla granata Reale nelle diviſate diſtanze.

Uomini perforati dalla granata, che colpisce d' infilata.		
Viciniſſimo al berſaglio. Uom.	. .	5
Alla diſtanza di piedi { 600	. .	3
Alla diſtanza di piedi { 1200	. .	2

219. Affinchè la granata offenda coll' urto, e collo ſcoppio, è neceſſario, che queſto ſegua in mezzo delle truppe avverſe. Ha luogo queſto caſo, ognivoltachè il proietto perde affatto il ſuo movimento nel perforare gl' individui diſpoſti in fila. Per determinare l' effetto dello ſcoppio baſta fare crepare alcune granate Reali circondate a poca diſtanza da materie animali, ed oſſervare come, ed a qual ſegno i ſuoi rottami agiſcono in queſte materie.

Facendo queſta ſperienza, riſulta poterſi arguire che, generalmente parlando, ciaſcun rottame ſtenta a penetrare da banda a banda le parti ſode di un uomo; e però, ſe una granata Reale ſcoppierà nel mezzo di una diſpoſizione di uomini contigui, ed i ſuoi rottami

urteranno nelle parti ſode di queſti individui, arriveranno eſſi frammenti a diſtruggere i quattro uomini, che la circondano. Per la qual coſa, ſe agli effetti prodotti dall'urto (§. 218) s'aggiugneranno quelli dello ſcoppio, s'avrà la ſtrage totale prodotta dalla granata.

Uomini diſtrutti.

		Dal ſolo urto della granata	*Dall'urto, e dallo ſcoppio*
Viciniſſimo al berſaglio.	Uomini	5	9
Alla diſtanza di piedi	600	3	7
	1200	2	6

Se poi queſti proietti colpiranno nelle parti meno reſiſtenti, riuſcirà maggiore il numero de'nemici reſi inabili a proſeguire il combattimento, come già ſi è notato per riſpetto alle palle da cannone.

220. Confrontando gli effetti della granata (§. 219) con quelli regiſtrati (§. 197) per le palle cacciate dai cannoni, ſi vede toſto che, diſcorrendo del ſolo urto, non ſolo i ſagri ordinari, ma anche i corti

ſparati colla carica minima rieſcono più utili dell' obice, e che queſt' arma produce effetti maggiori dei detti pezzi corti come ſovra caricati ſolamente, quando ha luogo l'urto, e lo ſcoppio alla diſtanza di piedi 1200.

Allorchè ſi ſpara l' obice contro la fronte dell'avverſario diſpoſto in tre, o in quattro ſole righe, riſulta dalla ſperienza, che a gran ſtento ſi colpiſce nel ſegno, e ſpecialmente alla diſtanza di piedi 1200, e che è un caſo puramente fortuito, ſe in queſta diſpoſizione la granata ſcoppia in mezzo de' nemici. In oltre convien riflettere che, qualunque ſia la diſpoſizione avverſa, ſe lo ſcoppio del proietto ſuccederà lontano da quella, o pure non avrà luogo, perchè la granata ſi rompe nell' urtare contro un ſaſſo, o perchè il fuoco della ſpoletta s' eſtingue nell' immergerſi la granata in terra, in tutti queſti caſi i tiri dell' obice riuſciranno meno efficaci di quelli de' ſagri corti, ancorchè ſparati a palla colla carica minima.

221. Ciò, che detto è delle immerſioni delle granate ſcagliate dall' obice e confrontate con quelle delle palle cac-

ciate dai cannoni, si dee applicare precisamente alle lunghezze dei loro rimbalzi, qualora si cerca di offendere coi tiri di briccola; e si dee in oltre riflettere che, per cacciare la palla, e la granata di primo gitto alla medesima distanza, d'uopo è sparare l'obice con una elevazione maggiore di quella del cannone, dal che avviene poi, che i tiri dell'obice colpiscono più difficilmente nel segno, e l'angolo d'incidenza, riuscendo meno acuto, ammortisce maggiormente la forza della granata, ed è questo un altro motivo, per cui i rimbalzi di questo proietto riescono ancora più corti, e meno ripetuti di quelli della palla cacciata dal cannone.

222. Per conoscere gli effetti, che s'ottengono dall'obice, che caccia un cartoccio di mitraglia di peso uguale a quello della granata Reale, basta riflettere, che in questo caso ciascheduna palla esce con una velocità iniziale uguale a quella della granata (§. 207). Ciò posto, si determini colla sperienza la velocità iniziale della granata cacciata in quella direzione, in cui si spara l'obice col cartoccio, indi colla cognizione di

questa velocità si trovi a norma del (§.205) la particolar immersione delle palle costituenti il cartoccio, supponendo, che queste sieno cacciate da differenti distanze; se le immersioni relative, che risulteranno da questo computo, si confronteranno con quelle registrate in detto paragrafo, o con quelle altre, che provengono da velocità iniziali minori di piedi 860, s' avrà il rapporto negli effetti prodotti da ciascheduna palla uscita da due cartocci, uno de' quali sia cacciato dall' obice, e l' altro sia scagliato da un cannone.

Allorchè si spara l' obice nella direzione orizzontale, o poco da questa diversa, si trova, che la velocità iniziale della granata è di piedi 280 in circa. Ciò posto, se il cartoccio cacciato dall' obice in questa direzione sarà formato colle palle de' calibri di once 6, 3, 1, s' avranno le seguenti immersioni relative.

Calibro delle palle	Immersioni relative: Vicinissimo al bersaglio	Distante piedi 300
Da once 6	803	138
3	640	59
1	444	6

Se queste immersioni si confronteranno con quelle registrate (§. 205), si troverà, che l'immersione della palla di once 6 cacciata dall' obice, la quale urta un bersaglio vicinissimo, stà a quella della stessa palla cacciata da un cannone colla velocità di piedi 860 come 803 : 7580, come 10 : 94 in circa, e che alla distanza di piedi 300 l' immersione della stessa palla cacciata dall' obice starà a quella scagliata dal cannone come 138 : 4642, come 1 : 33 in circa.

223. Oltre l' immersione delle palle d' uopo è nel confronto suddetto (§. 222) considerare il numero di quelle, che sono contenute in ciascun cartoccio: imperciocchè, qualora questi proietti sono dello stesso calibro in ambedue i cartocci,

quello dell'obice contiene un numero di palle triplo di quello del pezzo da ll. 8, e sestuplo di quello del pezzo da ll. 4. Ciò posto, per conoscere la diversità negli effetti prodotti dall'obice, e dal cannone, e per esempio da quello da ll. 8, convien badare anche alla posizione relativa fra i combattenti.

Se l'avversario sarà nello stesso piano, in cui trovansi le Artiglierie, e i due pezzi saranno sparati dalla medesima distanza, gl' individui della prima riga, che saranno colpiti dal cartoccio dell' obice, e da quello del cannone saranno in una ragione minore di 3 : 1, avvegnachè i diametri delle basi de' due coni formati dalla mitraglia saranno pure in una ragion minore. Questo succederà bensì, che ciascun nemico colpito dall' obice sarà ferito da più di una palla. Rispetto poi ai soldati, che verranno perforati in ciascheduna fila, la strage prodotta dal cannone sarà di gran lunga maggiore, allorchè l'avversario sarà disposto in molte righe, e quest' eccesso crescerà a misura, che sarà maggiore la distanza tra le Artiglierie ed il bersaglio, per causa della velocità restante = V di

gran lunga maggiore nelle palle cacciate dal cannone.

Per rendere vie più ſenſibile il confronto dei due pezzi nella fatta ipoteſi, baſta fare la ſuppoſizione la più vantaggioſa all'obice, cioè che il ſuo cartoccio colpiſca un numero triplo di uomini alla diſtanza di piedi 300. In queſta ſuppoſizione ſarà l'effetto maſſimo dell'obice a quello del cannone come $3 \times 138 : 4642$ come $1 : 11$ in circa.

224. Se poi l'avverſario ſarà diſpoſto a guiſa d'anfiteatro, ed in diſtanza tale, che ciaſcheduna palla colpir poſſa un particolar individuo, in queſte circoſtanze l'effetto dell'obice ſarà triplo di quello del cannone da ll. 8, e ſeſtuplo di quello da ll. 4.

Per dare in queſto caſo la ſuperiorità al ſagro ordinario da ll. 8, baſta mettere tre cartocci entro il pezzo, giacchè con tale diſpoſizione un ugual numero di palle verrà cacciato da ciaſchedun'arma, e quelle ſcagliate dal cannone avranno una velocità maggiore di piedi $\frac{860}{3}$ (§. 200); per la qual coſa riuſciranno queſti tiri più lunghi, e più

efficaci di quelli dell' obice, e quindi il ſagro da ll. 8 diverrà ſuperiore all'obice in tutte le circoſtanze.

La teoria premeſſa nella prima Parte, avvalorata dalla ſperienza ci aſſicura, che non oſtante i tre cartocci poſti nel cannone non vi ſarà pericolo alcuno di creparlo, ognorachè queſto pezzo ſarà coſtrutto a norma della medeſima.

Se, uſando il deſcritto metodo, ſi confronterà l'obice col pezzo ordinario da ll. 4 ſparato con libbre 2 polvere, ſi troverà che, eccettuatone il caſo, in cui l'inimico ſi preſenta in forma d'anfiteatro alle Artiglierie ſituate a tiro del cartoccio, in tutti gli altri caſi queſto cannone produrrà effetti maggiori dell' obice lungo diametri ſei, e a maggior ragione ſupererà gli obici più corti di ſei diametri.

225. Se ſi vorrà fare un obice, che per cauſa della maggior capacità della ſua camera comunichi alla granata una velocità iniziale maggiore, e che ſi accreſca anche il ſuo diametro per cacciare proietti maggiori delle granate Reali, converrà in tal caſo avere preſenti que' riguardi, che ſi convengono, perchè que-

ſto pezzo non ſia ſoggetto a inconvenienti nelle fazioni, e per eſempio che la ſala e le ruote ſieno baſtantemente reſiſtenti contro il maggior sforzo, che ſi produrrà nell' atto dello ſparo.

Ciò, che può dirſi in generale ſul propoſito, di cui ſi ragiona, è, che ſe ſi formerà un obice, il quale arrivi a comunicare al proietto una velocità iniziale doppia della diviſata, queſt' arma nella maggior parte de' caſi, che occorrono nelle fazioni campali, ſarà tutt'ora inferiore al ſagro ordinario da ll. 8.

Dalle fatte rifleſſioni conſegue, che l' uſo dell' obice preferibilmente a quello del ſagro nelle fazioni campali ſi riduce a caſi molto particolari, come a dire ſe nelle vicinanze di un poſto fiſſo, che l'armata occupa con un diſtaccamento, s'incontreranno naſcondigli, dai quali l' inimico potrà moleſtare il poſto fiſſo, in ſimil riſcontro vi ſi deſtineranno alcuni obici, affinchè coi tiri curvilinei delle granate ſi poſſa offendere l' inimico ricoverato in que'naſcondigli ec.

226. L' obice al ſeguito delle brigate d' Artiglieria riuſcirà poi molto utile, qualora occorrerà di attaccare un villag-

gio, in cui trovasi molta paglia, fieno, fascine, ed altri combustibili di tale fatta: imperciocchè, se nel caricare le granate si porranno alcuni pezzetti di roccafuoco, o altre somiglianti materie, che nello scoppio della granata si spargono accese tutto d'intorno, con tale ripiego si ecciteranno facilmente parecchi incendi nel villaggio assalito.

227. L' uso dell' obice nell' attacco, e nella difesa delle Piazze può essere utile nei seguenti casi

1.° Allorchè in una fortezza s' incontrano casematte, o capponiere talmente strette, che escludono i cannoni dell' ordinaria lunghezza, d' uopo è preferire l' obice a que' cannoni corti, la cui anima è formata da un continuato cilindro; avvegnachè questi pezzi, e specialmente qualora sono di gran calibro, distruggono facilmente le spalle delle cannoniere colla vampa della polvere.

2.° A fine di sminuire, quanto sia possibile, l'incomodo del fumo nelle casematte, o capponiere, ed a fine pure di scagliare i cartocci di mitraglia con una velocità maggiore, si faranno gli obici di quella maggior lunghezza, che i di-

i divisati siti permetteranno, la qual cosa rinnova la forma de' cannoni petrieri, o di altri somiglianti spacciafossi.

3.° Se nell' attacco di una Piazza si collocheranno alcuni obici nei siti delle batterie di briccola, che battono d'infilata la strada coperta, e con essi si scaglieranno granate lungo la medesima, si otterrà con tal maniera d'operare un vantaggio reale, poichè oltre il danno, che questi proietti recar possono ai difensori coll'urto, e collo scoppio, sogliono poi anche far desistere la fanteria dallo sparo; chiaro essendo che, se somiglianti pause succederanno sovente, si verrà a sminuire notabilmente il pericolo ai lavoranti, che stanno costruendo gli approcci.

CAPO VII.

Degli Effetti, che le bombe cacciate dai mortai producono.

228. Negli assedi si fa un grand' uso de' mortai da bomba, e da mezza bomba de' calibri di punti 92, e di punti 69. Quelli del calibro di punti 108, che

nello scorso secolo adoperavansi, sono andati in disusanza: imperciocchè, qualora erano rinforzati a dovere colla camera di somma capacità per cacciar la bomba a gran distanza, si stentava a maneggiarli in batteria, e, quando se ne sono sminuite le grossezze, e la camera, la loro cacciata è riuscita corta a segno tale, che la forza dell' urto di queste bombe più non ha superata quella dei proietti scagliati dai mortai di punti 92. A questi motivi si dee aggiugnere la maggior difficoltà, che incontravasi nel collocare entro il mortaio quelle grosse bombe, il cui peso era di libbre 300 in circa.

229. I principali effetti, che colle bombe s' intende di conseguire, si possono ridurre ai tre seguenti.

1.° Smontare negli assedi le Artiglierie avverse, distruggere fabbriche civili, come occorre nel bombardare una città.

2.° Eccitare incendi, sconvolgere lavori di terra, produrre strage fra gli uomini.

3.° Sfondare le volte dei quartieri, dei magazzini, delle casematte, cappo-

niere, e di altre fabbriche militari, che non ſono ſtate coſtrutte colla perizia, che ſi conviene, per reſiſtere all' urto di queſti proietti.

I mortai da mezze bombe baſtano per l' ordinario a ottenere i primi effetti; onde per economia non ſi uſano i mortai da punti 92, fuorchè ſi tratti di ſparare in diſtanze ſuperiori alla cacciata dei mortai mezzani; conſiderandoſi che, qualora queſti pezzi ſono ſimilmente configurati, la cacciata maſſima del mortaio da punti 69 ſtía a quella del mortaio da punti 92 come 4 : 5 in circa.

Fra le bombe ſimilmente configurate le più groſſe ſono più atte a eccitare incendi, e ſpecialmente, qualora nel caricarle ſi ha l' avvertenza di mettervi dentro diverſi pezzetti di roccafuoco. Lo ſcoppio di queſti proietti produce pure effetti maggiori sì nello ſconvolgere i lavori di terra, che nel cagionare ſtrage fra gli uomini, e ſpecialmente, qualora la ghiſa è di qualità talmente agra, che nello ſcoppiare della bomba ſi formano molti frammenti.

Qualora poi ſi tratta di sfondare le volte dei quartieri, dei magazzini,

delle capponiere ec., convien valersi di bombe costrutte colla ghisa molto tenace, affinchè il proietto non si spezzi nell' urtare i corpi duri. Se il vano interno di queste bombe si sminuirà alcun poco, s' accrescerà con ciò la forza dell' urto, e la resistenza del proietto nell' atto della percussione.

230. Fu già pensiero de' nostri Predecessori di proporzionare le bombe in modo, che avessero spessezza maggiore nella parte opposta al bocchino, affinchè, venendo questa maggior spessezza a preponderare nella caduta, la bomba urtasse da tal banda, e quindi fosse meno esposta a rompersi nel percuotere i corpi duri, e qualora questo proietto s' immerge nella terra, restasse colla spoletta all' insù verso l' aria aperta, onde non si estinguesse il fuoco, ma avesse sempre luogo lo scoppio. La sperienza fa per altro vedere, che gli effetti, i quali risultar dovrebbero dal divisato principio, sono in pratica spesse volte sturbati da un arruotamento, che ha la bomba, la cui azione, riuscendo superiore alla divisata preponderanza, fa, che il proietto urti indistintamente da qualsivoglia

banda, e qualora questo s'immerge entro un terreno compatto dalla banda del bocchino, il fuoco della spoletta si estingue per mancanza d'aria.

Allorchè la testa della spoletta sporge troppo, succede pure sovente, che la bomba, nell'essere cacciata dal mortaio, comincia ad arruotarsi, ed urtando colla testa suddetta nella bocca del mortaio, rompe la spoletta radente l'incastro, dal che avviene poi che, se il fuoco della medesima non ha ancora oltrepassato un tal sito, la bomba continua il suo cammino priva di fuoco, onde più non ha luogo lo scoppio.

231. La diversità nella figura, e nella capacità delle camere de' mortai, gli effetti, che si cerca di conseguire con queste armi sparate da distanze diverse, la qualità della polvere, che s'adopera, e le modificazioni, cui questa soggiace nell'accendersi e nell'abbruciarsi (Esame della polvere) sono que' motivi, che in fazione necessitano a usare cariche diverse, ed a mutare l'elevazione del mortaio.

Dalla sperienza risulta costantemente, che coll'accrescere la carica nei mortai

da bomba configurati a tenore del libro I.° dell' Artiglieria pratica si accresce pure la velocità iniziale del proietto. Da quì avviene che, per comunicare alle bombe la velocità massima, che ottenere si può da un mortaio, d'uopo è caricarlo colla camera piena di polvere della più gagliarda, sovrapporre contiguo alla carica un turacciolo di legno fortemente conficcato, e mettere terra grassa ben compressa sotto, e tutto d'intorno alla bomba, affinchè col mezzo di questa maggior resistenza, che s'oppone allo sfogo del fluido infuocato, l'abbruciamento della polvere riesca più precipitoso, e quindi la bomba sia spinta da un fluido più copioso, e più elastico. Questa velocità iniziale cresce pure colla stessa carica a misura, che si spara il mortaio in un angolo d'elevazione maggiore, avvegnachè la maggior resistenza, che in questa disposizione la bomba oppone allo sfogo della polvere accesa, basta per rendere più denso il fluido, che si sviluppa entro la camera del pezzo prima che la bomba cominci a moversi; effetti, che più non s'incontrano nelle canne da schioppo, ancorchè si sparino in elevazioni

molto diverse (Esame della polvere).

Per accertarsi in una maniera concludentissima, che la velocità iniziale della bomba è modificata dall'elevazione, basta sparare lo stesso mortaio con cariche eguali in due elevazioni molto diverse, e per esempio coll'elevazione di gradi 20 sopra l'orizzonte, indi con quella di gradi 70, e si trova, che questo secondo tiro riesce più lungo dell'altro, mentre a tenore della teoria de' proietti nel voto dovrebbero i due tiri essere eguali, e dovrebbe il secondo tiro riuscire più corto a norma della teoria nel pieno.

Risulta pure dalla sperienza, che col variare la quantità della polvere nello stesso mortaio s'incontra in ciascheduna carica una particolare elevazione, in cui il pezzo somministra il tiro più lungo degli altri, che s'ottengono colla stessa carica in altre elevazioni, di maniera tale che quest'elevazione più non è costante in tutte le cariche, come si suole supporre nelle teorie balistiche. Disparità sensibili nella mentovata elevazione s'incontrano pure nel confrontare i tiri più

lunghi prodotti da due mortai di calibro diverſo ſimilmente configurati, e ſparati con quantità di polvere proporzionali ai peſi delle riſpettive bombe, o alle capacità delle camere.

232. Dalle fatte premeſſe (§. 231) ſi comprende facilmente, che per trarre nelle fazioni quel vantaggio maſſimo, che ottener ſi può dai mortai (§. 142), uſar conviene quel metodo ſcientifico, per cui ſi opera con cognizione di cauſa in tutto ciò, che intereſſa il getto delle bombe, che queſto metodo comprende lumi, e rifleſſioni molto ſuperiori alla capacità de' bombardieri gregarj; ma perchè negli aſſedi non ſi poſſono avere tanti Ufſiziali, che baſtino, per dirigere tutti i mortai, che ſi collocano in batteria, così ſi ſcorge la neceſſità, in cui ſiamo, d'ideare a bella poſta una particolar inſtruzione per li diviſati bombardieri, la quale, eſſendo adattata alla capacità degli illetterati, condurre li poſſa a operare con quel diſcernimento, con cui la gente d'arte arriva a far bene il ſuo meſtiere. Per tal fine convien ridurre a due ſoli caſi gli effetti, che colle bombe s'intende di conſeguire (§. 229), e com-

prendere nel primo caſo qualora ſi cerca di ſmontare le Artiglierie avverſe, di diſtruggere fabbriche civili, di eccitare incendi, ſconvolgere lavori di terra, e produrre ſtrage fra le ſquadre nemiche. Si annoverano poi nel ſecondo caſo i tiri, che ſi fanno per iſprofondare le volte delle fabbriche militari, che non ſono ſtate coſtrutte coi dovuti riguardi per abilitarle a reſiſtere all' urto delle bombe.

233. Siccome per trarre il vantaggio maſſimo dai mortai da bombe nel primo caſo (§. 232) baſta per l' ordinario uſare i riguardi neceſſari per colpire nel ſegno, ſenza badare alla forza dell' urto, e che una tal coſa ſi può ottenere mediante le ſeguenti inſtruzioni, che ſono a portata de' bombardieri gregarj, così baſterà alla Scuola pratica fargli eſercitare nel maneggiamento di quella ſpecie di mortai de' calibri di punti 92, e 69, de' quali occorrerà loro di doverſi ſervire più frequentemente in guerra, e, dopo che ſaranno ben inſtrutti, ſi uſerà pure qualche mortaio de' diviſati calibri colla camera diverſamente configurata, affinchè conoſchino per eſperienza, che le varietà nelle camere producono pure di-

versità nelle lunghezze dei tiri. In questi ammaestramenti si farà osservare agli instruendi

1.° Quale sia l' elevazione, che somministra il tiro massimo colla camera piena di polvere, e quale l' elevazione, e la carica, che si conviene per isparare negli assedi dalle prime, e dalle seconde batterie, essendo il pezzo, ed il bersaglio nello stesso orizzonte.

2.° Si farà notare, che la diversità nelle camere dei mortai dello stesso calibro produce delle variazioni e nell'elevazione suddetta, e nella lunghezza del tiro massimo, e che collo sparare lo stesso mortaio in una elevazione diversa da quella, che somministra il tiro massimo, si ottiene tiro più corto a misura che quest' elevazione è più distante dall'altra per eccesso, o per difetto.

3.° La necessità di caricare il pezzo nello stesso modo, finchè si usa la stessa carica, a fine di schivare gli svari considerabili, che senza tale precauzione s'incontrano nelle lunghezze dei tiri da uno sparo all' altro, e si farà pure osservare, che lo stesso errore nel caricare il pezzo, che produce un divario con-

ſiderabile nella lunghezza del tiro, non ne altera gran coſa i divari coſtieri.

4.° Che la diverſità nella qualità della polvere, nell' umido, nel ſecco, nel caldo, e nel freddo altera pure conſiderabilmente la lunghezza dei tiri, e che per rimediare a tali alterazioni ſi eleva, o ſi abbaſſa il mortaio, o pure s' accreſce, o ſi ſminuiſce qualche poco la carica ſecondo che i tiri rieſcono corti, o lunghi.

5.° Si eſerciteranno di poi i bombardieri nel fare alcuni ſpari per colpire un propoſto berſaglio, collocando il mortaio in quell' elevazione, che ſomminiſtra il tiro maſſimo, accreſcendo a tal fine, o ſminuendo la carica, e ſi dirà loro, che in queſto modo d'operare gli ſvari da uno ſparo all' altro nelle lunghezze de' tiri rieſcono minori aſſai di ciò ſucceda, quando ſi ſpara nelle elevazioni lontane da quella, che ſomminiſtra il diviſato tiro maſſimo, e che per l'ordinario tale elevazione s'incontra fra i gradi 40, e 50.

6.° Che, qualora ſi tratta ſolamente di produrre ſtrage fra gli uomini, meglio è ſparare i mortai nelle eleva-

zioni baſſe, affinchè le bombe non penetrino nel ſuolo, ma che per ſchivare gli ſvari maggiori, che s'incontrano nelle lunghezze di queſti tiri, ſi debbono uſare le elevazioni baſſe ſolamente, quando il mortaio è ſituato nel prolungamento di que' ripari, dietro cui trovaſi l'inimico.

7.° Che, quando il mortaio è in ſito più baſſo del berſaglio, ſi colpiſce aſſai più facilmente il ſegno preſo di mira, ſtantechè gli ſvari nelle lunghezze dei tiri rieſcono minori di quelli, che s'incontrano, qualora il pezzo, ed il berſaglio ſono nello ſteſſo orizzonte, e che per lo contrario ſono maggiori le dette differenze, ognorachè il mortaio trovaſi in ſito più alto del berſaglio.

234. Qualora ſi vuol far uſo de' mortai nel ſecondo caſo (§.232), cioè quando ſi cerca di ſprofondare le volte delle fabbriche di guerra coſtrutte con poca maeſtria, ſiccome la ſoluzione del problema eſige parecchie cognizioni teoriche, così ſpetta all' Uffiziale caricato di queſt' incumbenza di farne uſo a fine di determinare il ſito, in cui ſi dee collocare il mortaio, la carica, e l' elevazione, in cui ſi dee ſparare il pezzo per

colpire il ſegno con quella forza maſſima, che in tali circoſtanze ſi può ottenere da un dato mortaio del diametro di punti 92.

A fine di eccitare le principali riflessioni, che intereſſano la ſoluzione di queſto problema, ſuppongaſi, che una bomba cacciata dal ſito A nella direzione AP abbia deſcritta la trattoria della quarta ſpecie AFNBL. Per determinare la forza, che il proietto ha in ciaſcun punto della curva, d' uopo è trovare la direzione, e la quantità della velocità compoſta, che corriſponde a quel tal punto; per lo che è neceſſario di avere le ſcale degli ſpazi ſcorſi ſu i tempi nei due moti difformi (§. 170, 172), e da queſte dedurre le ſcale delle corriſpondenti velocità: ciò poſto, per conoſcere la direzione, e la quantità della velocità compoſta nel punto B, ſulla linea a piombo BP ſi noterà BE eguale alla velocità, che ſi compete a queſto punto nel moto difformemente accelerato BP della gravità, e tirata EH parallela alla AP, ed eguale alla velocità, che nello ſteſſo punto B ſi compete al moto ritardato dell' impulſione AP, la retta HB

TAVOLA VI. FIGURA 22.

esprimerà la direzione, e la quantità della velocità composta, che ha la bomba nel punto B (§. 168).

235. Facendo la costruzione (§. 234) si trova

1.° Che, se il punto F rappresenta il vertice della curva, la retta FC esprimerà la direzione orizzontale, che ha la bomba in tal punto, e la quantità della sua velocità composta, e questa velocità sarà la minore di tutte quelle, che la bomba ha in qualsivoglia altro punto della trattoria.

2.° Che la velocità composta nel punto N va crescendo sempre più a misura che N è più lontano da F andando verso B. Che la direzione della velocità composta forma coll'orizzonte un angolo molto acuto, qualora il punto N è molto vicino a F, che quest' angolo va pure crescendo a misura che N s'allontana maggiormente da F; e finalmente che diventa retto l'angolo suddetto, allorchè la bomba perde affatto il moto dell' impulsione: la qual cosa nei tiri di fazione succede molto al di sotto dell' orizzonte AB. In questo caso la quantità della velocità del proietto diventa eguale a

quella, che ſi compete al moto diffor-memente accelerato della gravità.

3.° Che l'angolo formato dalla direzione della bomba coll'orizzonte s'avvicina più preſto al retto a miſura che l'angolo PAB, in cui ſi ſpara il mortaio, è più aperto, ed all' oppoſito che, qualora ſi ſpara il mortaio in una elevazione baſſa, l' angolo formato dalla direzione della bomba coll'orizzonte non può riuſcire retto, ſe non in un punto L aſſai più lontano dall'orizzonte AB.

236. La formola $mV \times \frac{a}{\text{ſen.}to} = f$ data (§. 178) ſerve pure per eſprimere la forza dell'urto della bomba contro un piano dato di poſizione.

A fine di rendere familiari le conſeguenze, che derivano da queſta formola, ſi adducono le ſeguenti rifleſſioni

1.ª La forza della ſteſſa bomba N creſce a miſura che eſſa s'allontana dal vertice F della trattoria, ſtantechè la ſua velocità compoſta va pure creſcendo (§. 235 n. 2). La forza, che la bomba ha nel punto B, eſſendo eſpreſſa per $mV = m \times BH$, è maggiore di quella, che ha nel punto F, giacchè ſi ha $BH > CF$.

2.ª Se la bomba nel giugnere alla ſommità F della trattoria incontrerà ad angoli retti un piano verticale, lo percuoterà con tutta la ſua forza eſpreſſa per $mV = m \times CF$, giacchè in queſto caſo, riuſcendo la quantità a eguale al ſeno totale, l' eſpreſſione $\frac{a}{sen.tot.}$ rappreſenta l' unità. Per lo contrario, ſe la bomba nel punto F incontrerà un piano orizzontale, ſiccome in queſto caſo $a =$ zero, così non ſuccederà verun urto, ma la bomba rotolerà ſopra il piano.

3.ª Se la bomba percuote nel punto B con urto diretto il piano Zy inclinato all' orizzonte, la forza di queſt' urto ſtarà a quella, con cui percuote il piano orizzontale BQ come il ſeno totale ſtà al ſeno retto $= a$ dell' angolo d' incidenza HBQ. Da ciò ſi vede che, ſe in vece del piano orizzontale BQ la bomba percuoterà il piano inclinato IO, la forza di queſt' urto ſarà minore, e riuſcirà nella proporzione del ſeno retto dell' angolo d' incidenza HBI al ſeno dell' altro HBQ.

4.ª Se due bombe di diverſo calibro ſaranno cacciate colla carica maſſima, e colla

colla ſteſſa direzione dai corriſpondenti mortai ſimilmente configurati, la più groſſa avrà forza maggiore nei punti corriſpondenti alle porzioni ſimili delle loro trattorie; procedendo tal eccesso di forza e dal maggior peſo, e dalla velocità composta maggiore nella bomba più groſſa, giacchè queſta deſcrive la trattoria più eſteſa (§. 229).

5.ª Occorrendo, che le due bombe di diverſo calibro cacciate, come ſovra, ed eſſendo nei punti corriſpondenti alle porzioni ſimili delle trattorie, percuotano due piani diverſamente inclinati, combinazioni tali s' incontrano, che la forza dell' urto della bomba minore rieſce maggiore dell' urto dell' altra per eſſere molto acuto l' angolo d' incidenza di queſt' ultima.

237. Volendo percuotere con urto diretto, e con molta forza una ſuperficie data di poſizione (§. 234) d' uopo è

1.° Collocare il mortaio in ſito tale, che il piano verticale, in cui ſi concepiſce, che giaccia l' aſſe di queſto pezzo, e che venga deſcritta la trattoria della bomba, ſeghi ad angoli retti la ſuperficie propoſta.

2.° Usare la carica più poderosa, di cui il mortaio è suscettibile.

3.° Badare alla posizione della superficie proposta relativamente all' orizzonte, e di quale specie ella sia, cioè se sia piana, o convessa come il dorso di una volta, e se, essendo piana, sia orizzontale, o inclinata.

4.° Determinare in conseguenza la distanza, in cui si dee collocare il mortaio, dal bersaglio, e l' elevazione, in cui si dee sparare questo pezzo.

238. Allorchè s' osserva la trattoria descritta dalla bomba, si vede, ch' essa non giace sempre tutta nel piano verticale, in cui trovasi l' asse del mortaio, ma che sovente se ne allontana, descrivendo in tal guisa una curva a doppia curvatura. Il globo di bronzo cacciato dal mortaietto per l' approvazione delle polveri nel giugnere vicino alla sommità della trattoria, declina talvolta a destra, od a sinistra, non ostante che sia molto denso, e di superficie assai liscia; ma le bombe, essendo di gravità specifica assai minore, col centro di gravità distante da quello di figura, e colle maniglie e colla testa della spoletta presentando all'

aria una ſuperficie irregolare, declinano più frequentemente dal mentovato piano verticale , e talora rotolano anche intorno ad un aſſe in modo che la ſpoletta deſcrive una ſpecie d'Epicicloide.

Queſte declinazioni non iſminuiſcono però gran coſa la forza dell' urto, qualora ſi tratta di percuotere una ſuperficie piana, ma producono facilmente una diminuzione conſiderabile, allorchè la ſuperficie da percuoterſi è conveſſa; avvegnachè, per poco che il tiro rieſca coſtiero, o vario nella lunghezza, l' angolo d' incidenza dal retto paſſa ad eſſere molto acuto. Eſaminiamo queſte circoſtanze in una maniera più particolare.

239. Suppongaſi in primo luogo, che la ſuperficie da percuotere ſia piana ed orizzontale, come ſono i rampali delle fortezze, ſotto i quali eſiſtono caſematte, o pure le volte de' quartieri, e de' magazzini riparate con terra ben condenſata, e ſi debba tentare di ſprofondare queſte volte. In ſimil riſcontro converrà ſituare il mortaio in Q molto vicino al punto B, che ſi vuole percuotere, e ſparare il pezzo in una elevazione grande, come a dire di gradi 75

in. 85, affinchè l' angolo d' incidenza della bomba riesca retto, o molto approssimante a questo. Se poi, continuando ad essere picciola la distanza BQ tra il bersaglio ed il mortaio, questo pezzo sarà in sito molto più alto di B, allora, riuscendo la velocità composta della bomba assai maggiore di prima, e l'angolo d'incidenza più approssimante al retto, la forza dell' urto crescerà considerabilmente; e succederà all' opposito, se il mortaio sarà in sito più basso del bersaglio, di maniera tale che può occorrer il caso, che la bomba, dopo d'aver oltrepassato il vertice della trattoria, incontri tosto un piano orizzontale, sopra cui rotolerà senza immergervisi (§. 236).

Questa prima supposizione è la più vantaggiosa per colpire facilmente nel segno: imperciocchè qualsivoglia piano verticale sega sempre ad angoli retti un piano orizzontale; e siccome nel caso, di cui si tratta, la superficie da percuotersi suol essere molto lunga, così, se si collocherà il mortaio nella direzione di questa lunghezza, s' arriverà sempre a colpire il piano prefisso, non ostante i piccioli svari, che nella lunghezza de'

tiri incontrare si possono da uno sparo all' altro.

240. Suppongasi in secondo luogo, che si debba battere un piano yBz inclinato all' orizzonte AB. In queste circostanze converrà allontanare il mortaio dal bersaglio, portandolo verso A maggiormente distante da B a misura che l' angolo ABy sarà maggiore, e converrà in oltre situare l' asse del pezzo in quel piano verticale, che sega ad angoli retti il piano da percuotersi yz. La distanza tra il pezzo ed il bersaglio, e l' elevazione, in cui dee spararsi il mortaio per avere l' urto diretto, si determina colla cognizione dei due moti difformi componenti la trattoria (§. 170, 172), e col trovare per via di alcuni spari la velocità iniziale della bomba cacciata in quella tale elevazione.

Ove poi non s' abbia notizia della legge dèi due moti difformi, dovrà l'Uffiziale valersi degli altri lumi intorno l'andamento della trattoria, e della maggior ampiezza di questa curva per determinare a un di presso la distanza AB, e l' angolo dell' elevazione, avendo presente, che i piani inclinati, di cui si ragiona,

ſogliono formare coll' orizzonte un angolo di gradi 30 in 45, e dovrà pure l'Uffiziale riflettere che, ſiccome la velocità iniziale della bomba creſce a miſura, che ſi ſpara il mortaio in una elevazione maggiore, così può incontrarſi una combinazione tale, che nell' allontanare di meno il mortaio dal berſaglio s' ottenga un urto obbliquo più veemente di quell' urto diretto, che da più lontano s' ottiene colla velocità iniziale minore, ſtantechè nello ſparare il mortaio da una maggior diſtanza d' uopo è ſituarlo in una elevazione più baſſa.

In queſta ſeconda ſuppoſizione i tiri coſtieri non producono gran diminuzione nella forza dell' urto, ma le picciole variazioni nella lunghezza del tiro baſtano per fallire il berſaglio, avvegnachè queſti piani ſono poco eſteſi nella direzione del pezzo, e quei tiri, che colpiſcono il maſſiccio coperto nella pendenza oppoſta, rieſcono talmente obbliqui, che non poſſono in alcun modo ſomminiſtrare l' intento (§. 236 n. 3).

241. Suppongaſi in terzo luogo, che la ſuperficie da percuoterſi ſia conveſſa, e per eſempio che ſia il dorſo eſterno

di una volta a botte, in questo caso converrà collocare il mortaio più da vicino che si potrà, affinchè, essendo sparato con una grand' elevazione, s' abbia una maggior velocità composta nella bomba, e si dovrà situare il pezzo nella direzione della serraglia della volta, affinchè i piccioli errori nella lunghezza del tiro non rendano vano lo sparo; ma quanto al tiro costiero ogni picciol divario basterà, perchè l' urto da diretto riesca molto obbliquo.

Se poi la superficie convessa da percuotersi sarà il dorso esterno di una volta a cupola, ogni minimo divario e nella lunghezza del tiro, e nel costiero basterà per isminuire considerabilmente la forza dell'urto, stantechè questa superficie sfugge dalla perpendicolare per ogni verso, e quindi il caso presente è nella pratica il più difficile di tutti per colpire il bersaglio coll' urto diretto.

242. Dopo che l' Uffiziale avrà determinato il sito più vantaggioso per collocarvi i mortai a fine di sparare contro quelle fabbriche militari, che si cerca di sprofondare colle bombe, assegnerà poi ai bombardieri gregarj la carica, e l'ele-

vazione, in cui i medesimi dovranno spa-
rare contro i bersagli presi di mira, e gli avviserà dei riguardi più particolari, che dovranno praticare per ottenere l'urto diretto, mediante le notizie, che i medesimi avranno già acquistate alla Scuola pratica (§. 233), e per cui saranno in caso di operare utilmente.

243. Le bombe, che si scagliano per distruggere le fabbriche militari, possono percuotere contro un massiccio di muraglia costrutto sopra la volta, o pure contro materie molli, come a dire la terra, che si sovrappone a molte fabbriche per averle a resistenza di bomba. Allorchè questi proietti battono contro il divisato massiccio di muraglia, tendono colla loro forza a perforare il massiccio, e la volta, a fessurarla, a scuotere tutta la fabbrica, a farne crollare i piè dritti, ed a farli ribaltare.

Le volte costrutte a norma degli indirizzi dati nei libri 1.° e 5.° dell'Architettura militare resistono agli urti più violenti delle bombe del diametro di punti 87 in 88, e cresce considerabilmente la robustezza d'esse volte, allorchè, essendo costrutte con materiali scelti, ed in un

clima, in cui questi acquistano una gran tenacità, sono poi contrastate da ostacoli immobili. Quanto poi alle volte, che si costruiscono alla sommità delle fabbriche isolate, d' uopo è proporzionare la grossezza dei piè dritti in modo, che riescano saldi ed immobili non solo contro la pressione della volta, ma ancora contro la scossa cagionata dagli urti i più veementi.

244. L'effetto della bomba, che urta un massiccio di muraglia costrutto sopra una volta ben circostanziata, si riduce al più a un picciolo incavo formato nel sito percosso, e occorre sovente negli urti gagliardi, che la bomba si rompe, massimamente quando è formata con ghisa cruda. Ma se la volta non sarà rinfiancata a dovere, o i suoi piè dritti non saranno bastantemente robusti, o pure se, essendo la fabbrica isolata, essi piè dritti non saranno proporzionati alla scossa prodotta dall' urto, ed all' eccessiva grossezza, che talora dalla gente di pura pratica si dà alla volta coll'idea di renderla impenetrabile, o pure la quantità delle materie costituenti il corpo della fabbrica sarà poca, come avviene nei

magazzini a polvere isolati, e troppo piccioli, o la fabbrica sarà costrutta con piètre talmente elastiche, che ne accresceranno considerabilmente la scossa (Dinamica), in tutti questi casi l' urto della bomba produrrà disgiunzioni, e fessure, o col far ribaltare i piè dritti manderà in rovina tutta la fabbrica.

Finalmente se la volta sarà sottile, e costrutta con mattoni scelti, essa verrà perforata dalla bomba con un buco poco men che regolare; ma se i materiali non saranno di buona qualità, o saranno stati messi in opera con negligenza, o imperizia, o pure il clima non permetterà alla calcina di acquistare molta tenacità, in tutti questi casi, oltre il buco suddetto, si produrranno tutto d' intorno delle fessure, e delle altre rovine.

245. Le bombe, che cadono sopra una volta riparata con terra, o con altre materie molli (§. 243), vi si immergono senza produrre scuotimento di considerazione, e purchè la volta, e la terra sovrapposta siano a norma delle circostanze descritte nell' Architettura militare, più non potrà essa volta essere danneggiara dalle bombe del diametro di punti 87 in 88,

nè potrà la fabbrica crollare, ſe i piè dritti ſaranno debitamente proporzionati, e tutto il pericolo, che in ciò s' incontra, conſiſte in queſto, che, ſiccome nello ſcoppiare della bomba una parte della terra, che vi ſi trova d' intorno, è cacciata lontano dal proprio ſito, così può avvenire, che colla moltiplicità delle bombe cadute nello ſteſſo ſito venga a ſnudarſi una parte della volta a ſegno tale, che negli ſpari ſucceſſivi poſſa poi eſſere perforata.

Coloro, che deſiderano internarſi nelle diramazioni appartenenti alla robuſtezza delle fabbriche militari, ed alla reſiſtenza, che queſte oppongono ai projetti dalle Artiglierie, potranno ricorrere al Libro 5.° dell' Architettura militare, eſſendo la dottrina contenuta in quel libro una ſequela delle Inſtituzioni fiſico-meccaniche applicata alla coſtruzione delle fabbriche di guerra.

IL FINE.

Tav. 1.ª

Fig. 2.

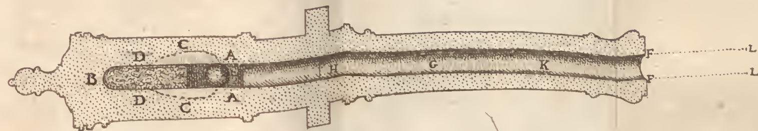


Fig. 1.

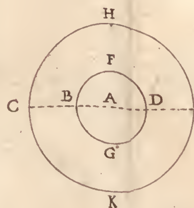


Fig. 3.

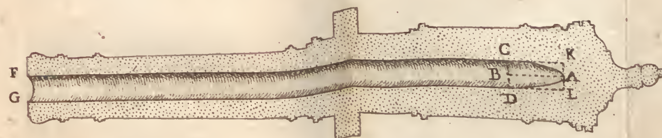


Fig. 4.



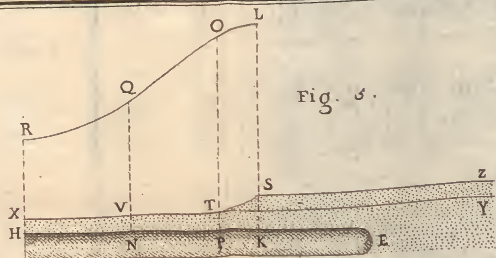


Fig. 5.

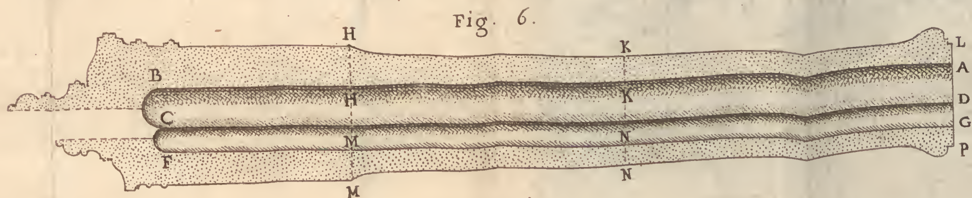


Fig. 6.

Fig. 7.

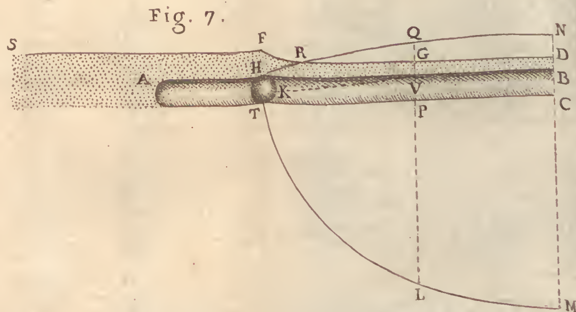


Fig. 8.

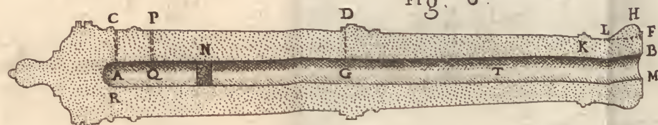


Fig. 9.

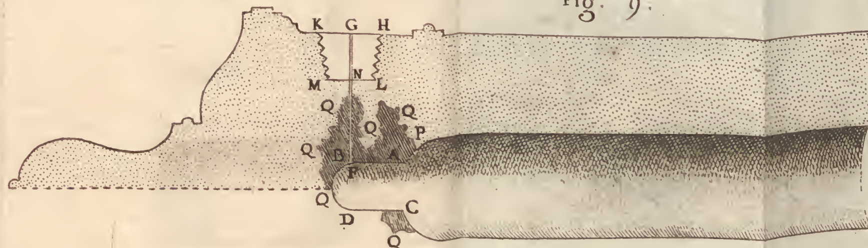
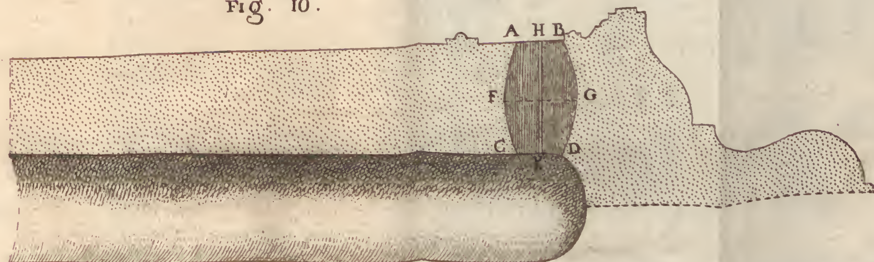


Fig. 10.



Tav. 4.ª

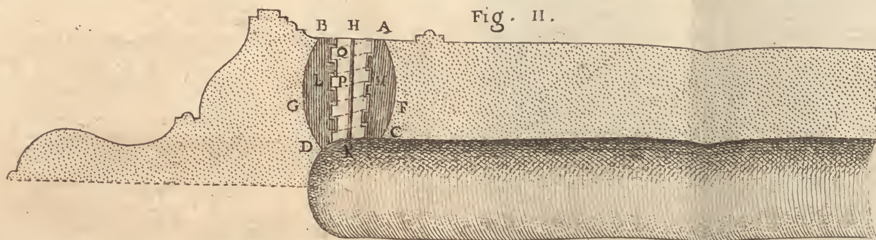


Fig. 11.

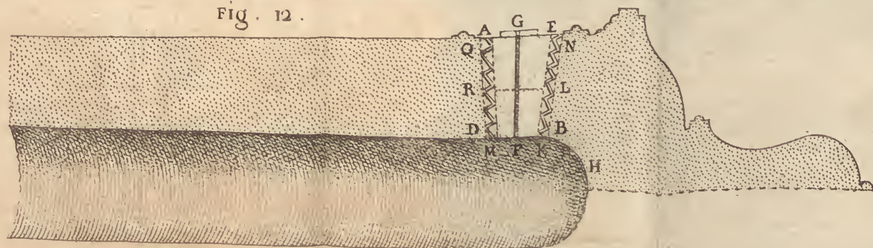


Fig. 12.

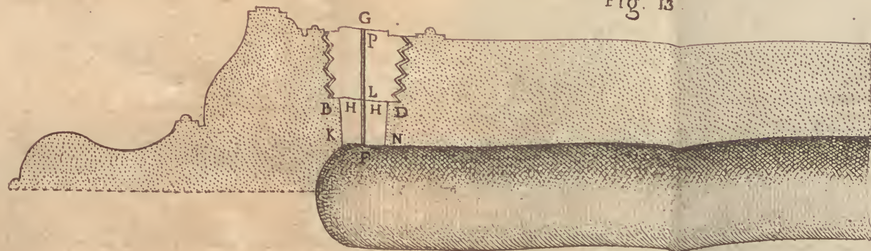
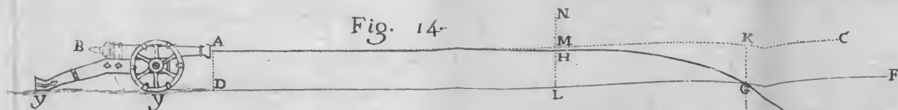
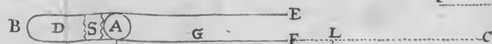


Fig. 13

Tav.ª 5ª

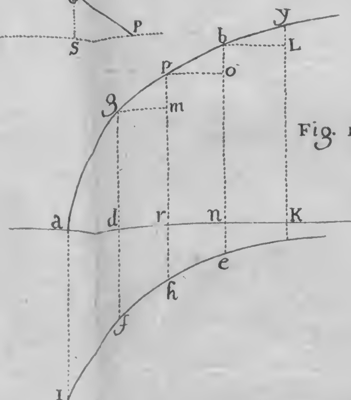




K
P
Q
R

Figª 15.





Tav.ª 6.ª

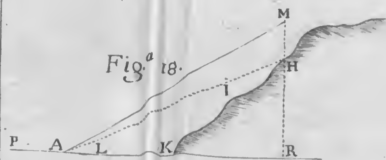


Fig.ª 18.

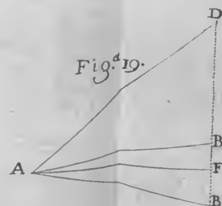


Fig.ª 19.

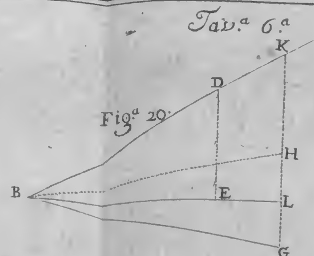


Fig.ª 20.

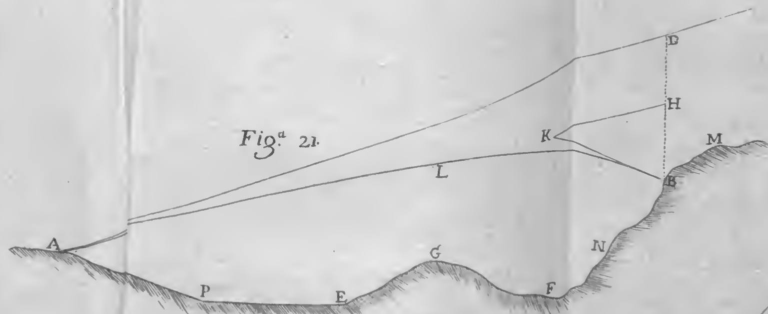


Fig.ª 21.

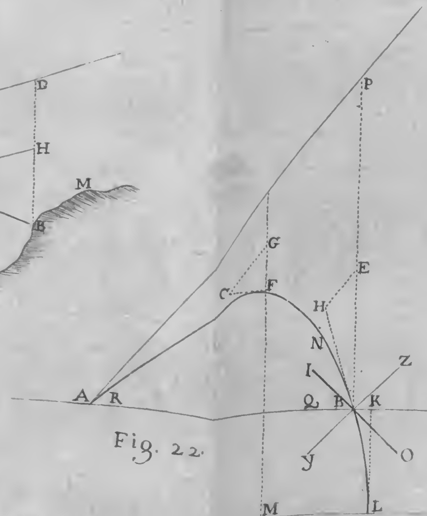


Fig. 22.

